

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta Strojní

Katedra mechanické technologie

**Zvýšení produktivity na středisku obrobny s využitím více strojových
obsluh při malé sériovosti**

**Increase productivity of machining center at machine-shop by using
multiple machine at small seriality**

Student:

Bc. Ondřej Neoral

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Josef Novák, CSc.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ondřej Neoral**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 20 Strojírenská technologie
Téma: **Zvýšení produktivity na středisku obrobny s využitím více strojových
obsluh při malé sériovosti
Increase Productivity of Machinig Center at Machine-shop by Using
Multiple Machine at Small Seriality**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Analýza současného stavu
3. Hodnocení současného stavu
4. Návrh řešení problému
5. Celkové zhodnocení práce

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1]NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
[2]NOVÁK, J. *Racionalizace výroby*. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2007. URL:<http://www.fs.vsb.cz/europrojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>.
[3]NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. Ostrava:FS, Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2007. URL:<http://www.fs.vsb.cz/europrojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>.
[4]KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., MIČIETA, B., MATUSZEK, J. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. Žilina, 2000. 398 s. ISBN:80-7100-553-3.
[5]SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť*. Ostrava, 1990. 191 s. ISBN 80-7078-033-9.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**


Konzultant diplomové práce: **Bc. Bohumil Seidl**

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015




doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 22.5.2015

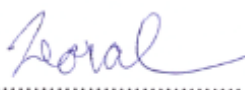
Neoral

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 22.5.2015



podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Ondřej Neoral

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Krátká 66, Postřelmov 789 69

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Neoral, O. *Zvýšení produktivity na středisku obrobny s využitím vícestrojových obsluh při malé sériovosti: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2015, 77 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Novák, CSc.

Diplomová práce se zaměřuje na problém, kterým je zvýšení produktivity na středisku obrobna s využitím více strojových obsluh při malé sériovosti. Hlavní cíl zvyšování produktivity spočívá v tom, zda je možné zavést dvoustrojovou obsluhu na CNC strojích typu SP 30 CNC č. 1, č. 2. V rámci druhotného cíle zvyšování produktivity na středisku obrobna a zájmu firmy byly z projektového hlediska navrženy a umístěny nové CNC stroje, sklad přípravků a materiálu, skříňky a kovové bedny k jednotlivým strojům, skříňky na osobní věci a navrhnout jídelní kout.

ANOTATION OF DIPLOMA THESIS

Neoral, O. *Increase productivity of machining center at machine-shop by using multiple machine at small seriality: diploma thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2015, 77 p. Supervisor: doc. Ing. Josef Novák, CSc.

This master thesis focuses on the problem of increasing machine shop productivity by using multimachine operation in small series production. More specifically, the primary thesis aim is to analyze options and feasibility of implementing multimachine operation of two CNC lathes SP 30 CNC to increase productivity. The secondary aim of machine shop productivity increasing in the interest of the company includes design of new CNC machines and their layout, a material and jigs warehouse, cabinets and metal crates for each of workplaces, personal lockers and a dining area.

OBSAH

ÚVOD.....	8
1. OBECNÁ CHARAKTERISTIKA	9
1.1 Produktivita	9
1.1.1 Význam produktivity	9
1.1.2 Typy a měření míry produktivity	10
1.2 Plýtvání.....	11
1.2.1 Typy plýtvání	11
1.3 Produktivita práce	16
1.3.1 Faktory ovlivňující produktivitu práce	16
1.4 Zvyšování produktivity	17
1.4.1 Důvody zvyšování produktivity práce	17
1.5 Metodiky a systémy podporující růst produktivity	18
1.5.1 Metoda 5S	18
1.5.2 Metoda TPM	20
1.5.3 Metoda Poka – Yoke.....	21
1.5.4 Metoda optimalizace pracoviště	22
1.5.5 Metoda LCIA	23
1.5.6 Metoda Just in Time.....	24
1.6 Vícetřídová obsluha	26
1.6.1 Výpočet součinitele zaměstnanosti	26
2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	27
2.1 O společnosti Pars nova a.s.	27
2.2 Poloha obrobny	28
2.3 Materiál dodávaný na obrobnu a jeho přeprava	29
2.4 Pracoviště na obrobně	30
2.4.1 Číslování pracovišť	31
2.5 Popis pracovišť a jejich současná situace	32
2.6 Sortiment nejčastějších výrobků a jejich materiálový tok	36
2.7 Stroje SP 30 CNC (č. 1, č. 2)	46
2.7.1 Analýza obsluhy strojů č. 1 a č. 2	46
3. HODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	53
4. NÁVRH ŘEŠENÍ PROBLÉMU.....	54
4.1 Vymezení práce.....	54
4.2 Návrh řešení problému	54
4.3 Podklady pro výběr navrhovaných strojů, skladu, skříněk a jídelního koutu	59
4.3.1 CNC frézovací centrum	59

4.3.2	CNC soustruh.....	60
4.3.3	Soustruh pro těžké hrubování	62
4.3.4	Sklad materiálu a přípravků	63
4.3.5	Skřínky a bedny k jednotlivým strojům	64
4.3.6	Osobní skřínky	66
4.3.7	Jídelní kout.....	66
4.4	Varianta č. 1	67
4.5	Varianta č. 2	69
4.6	Varianta č. 3	70
5.	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ PRÁCE	71
	ZÁVĚR.....	72
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	75
	SEZNAM TABULEK.....	76
	SEZNAM GRAFŮ	76
	SEZNAM PŘÍLOH.....	76
	PODĚKOVÁNÍ	77

ÚVOD

První počátky produktivity se objevují už od dob lidopů, kdy si např. všimli toho, že klíční či stehenní kost použít lze jako vhodný nástroj k hrabání, rozbíjení, rytí či zabíjení až po období, kdy se přirozeně znásobovala produktivita práce dokonalejšími nástroji. Poté přišlo období starověkých civilizací, kde byly budovány stavby středověkého Egypta, Číny, sumerské civilizace po antickou a římskou civilizaci. Dalším obdobím bylo manufakturní zdokonalování, jako byl středověk, novověk, vynalezení pluhu či knihtisku, apod. Po tomto období přišlo období průmyslové revoluce, kde byly prováděny cílené vynálezy parních strojů, využití jednosměrného a dvousměrného elektrického proudu, žárovky, bezdrátového přenosu, apod. Jako poslední nastalo období informační revoluce, kdy místo služeb a zboží jsou produkovány a distribuovány informace a myšlenky resp. znalosti. Jelikož se začátkem tohoto období z ekonomických důvodů začala teoreticky zabývat produktivitou ekonomie, poté i sociologie a psychologie existuje více teorií v historickém sledu 19. a 20. století. [1]

V dnešní době se můžeme setkat se slovy jako je vysoká produktivita, nízké náklady, eliminace ztrát, plýtvání, nízké zásoby apod. Společnosti, které se snaží udržet svoji konkurenceschopnost, musí projít určitými změnami. Změnám se nelze vyhnout. Úspěchem těchto změn je provést změny určitými nástroji a metodami. Jsou to metody či nástroje, které hledají řešení ve snižování nákladů, zvyšování produktivity nebo kvality. Je důležité, aby metody byly osvojeny všemi pracovníky. Pracovníci poté mohou odhalit, kde je možné odstranit plýtvání, eliminovat ztráty nebo odhalit jiné nesrovnalosti, které jsou spojeny s výkonem jejich práce. Začlenění všech zaměstnanců vede k větší prosperitě podniku a k lepšímu pracovnímu prostředí. Produktivita je jeden z ukazatelů prosperity a zvyšování výkonnosti společnosti. Zvyšováním produktivity roste výkonnost organizace. Pro dosažení optimální výkonnosti a využívání strojů existuje normování a organizace práce.

Teoretická část méj diplomové práce popisuje charakteristiku produktivity, metody zvyšování produktivity, plýtvání nebo sériovou výrobu. Praktická část se zaměřuje na problém, kterým je zvýšení produktivity na středisku obrobna zavedením dvoustrojové obsluhy u CNC strojů typu SP 30 CNC č. 1, č. 2, návrhem nových strojů, skříněk a kovových k jednotlivým strojům, skříněk pro osobní věci a návrhem jídelního koutu.

1. OBECNÁ CHARAKTERISTIKA

1.1 Produktivita

Produktivita by se dala popsat jako hledání cest k zefektivňování procesů a to neustálým zlepšováním, odstraňováním plýtvání, organizováním, materiálových nákladů, přesným plánováním a snížením nákladů na mzdy. Úroveň produktivity a nezbytným rozpoznáváním chybných faktorů je ovlivňována schopnost prosadit se na trhu. Nejčastějším problémem je hlavně plýtvání. [3]

1.1.1 Význam produktivity

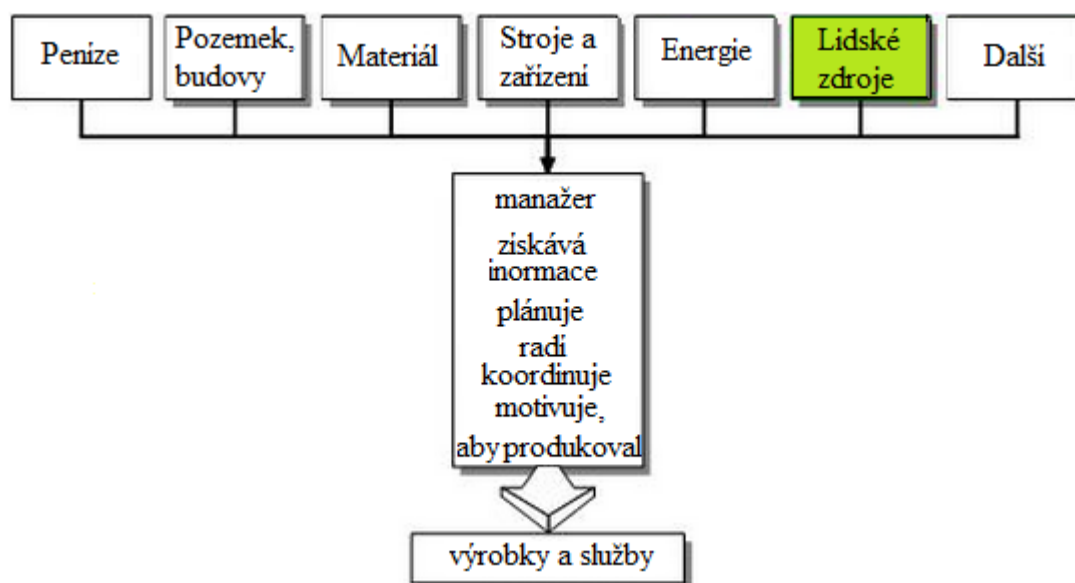
- Dělat věci správně
- Dělat věci správně a na poprvé
- Dělat věci správně na poprvé a pokaždé

Neměli bychom zapomenout, že produktivita je také způsob jednání, který je založen na vysoké motivaci lidí pro neustálé zlepšování kvality, konkurenceschopnosti a životní úrovně. Produktivita je poměr mezi množstvím výstupu generovaným systémem a množstvím vstupu potřebného pro tvorbu tohoto výstupu.

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{množství výstupu}}{\text{množství vstupu}}$$

Obrázek č. 1 – Výpočet produktivity [4]

Lze ji definovat také jako vztah mezi výsledky a časem, který je potřebný na jejich dosažení. Co nejmenší spotřebou času docílíme produktivnějšího systému. [5]



Obrázek č. 2 - Schéma produktivity [5]

1.1.2 Typy a měření míry produktivity [5]

- Parciální produktivita – měří se poměr výstupů k individuálním vstupům (materiál, energie, kapitál a technologie či produktivita práce)
- Multifaktorová produktivita - měří se poměr výstupu k více vstupům
- Celková produktivita - měří se poměr výstupů k celkovým vstupům
- Index produktivity – je porovnávána dosažená produktivita s normami produktivity
- Komparativní analýza – je porovnávána produktivita konkurenčních firem

V praxi se můžeme nejčastěji setkat s parciálními a celkovými ukazateli produktivity. Ukazatelé jako jsou např.: [5]

- Produktivita práce
- Produktivita strojů a zařízení
- Produktivita ploch
- Produktivita materiálu

1.2 Plýtvání [9]

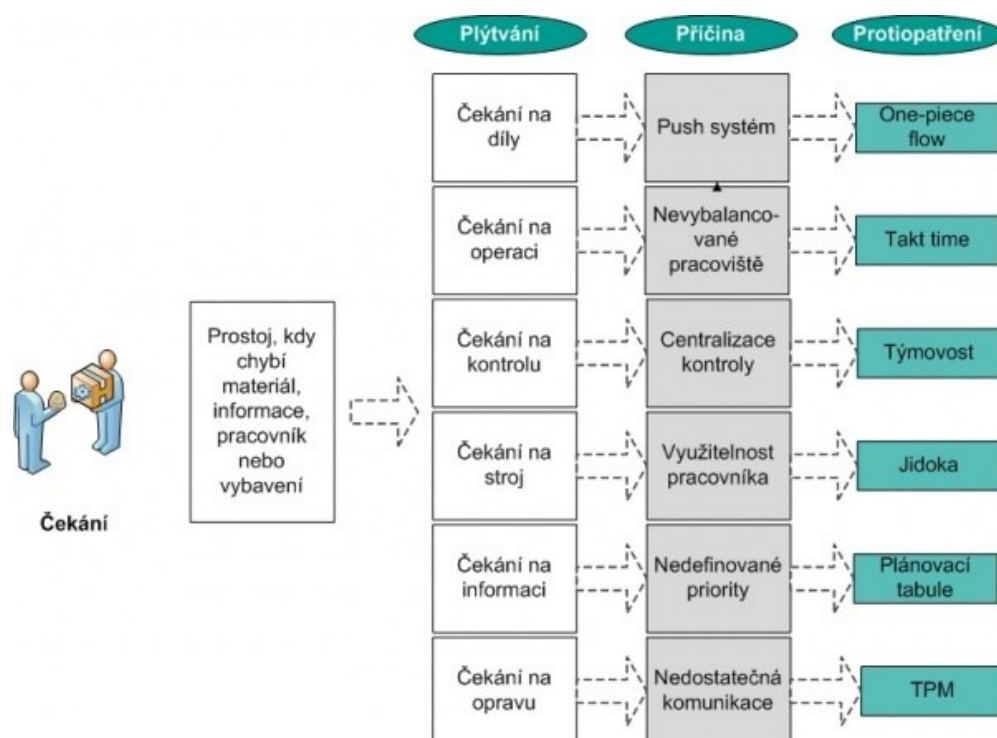
Týká se veškerých činností prováděných při realizaci produktu. Tyto činnosti nepřidávají hodnotu k vyráběnému výrobku či službě → žádný podíl na zvyšování zisku podniku.

Plýtvání najdeme v každém podniku, mělo by se neustále vyhledávat a odstraňovat. Eliminace plýtvání vede ke zvýšení produktivity a snížení nákladů. Měli bychom si však uvědomit, že nehledáme viníky, které bychom chtěli potrestat, ale hledáme problém a jejich příčiny.

1.2.1 Typy plýtvání [9]

- Čekání

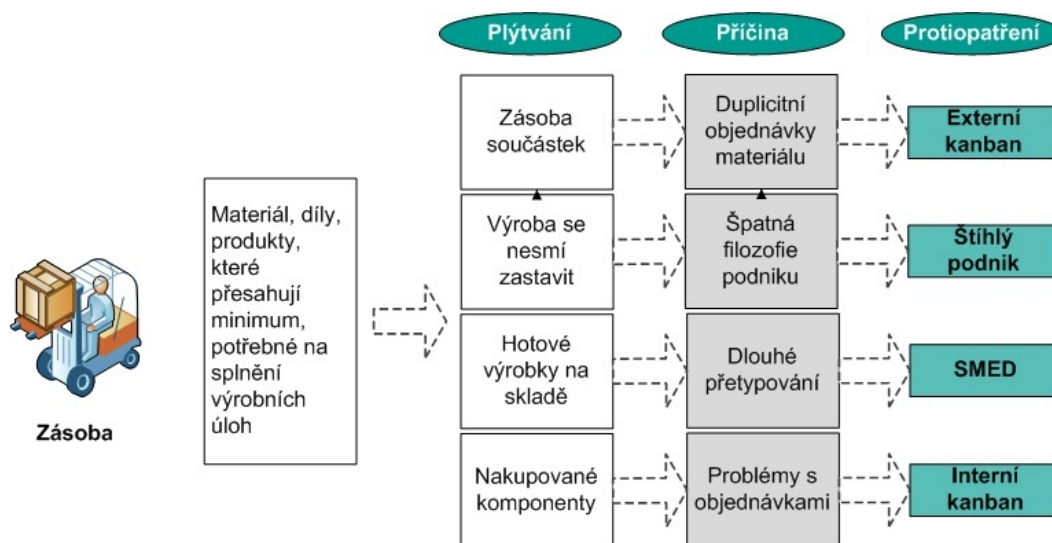
V tomto případě dochází ke zpomalení času přeměny produktu k zákazníkovi. Z naší strany nesmíme připustit, aby zákazník čekal.



Obrázek č. 3 – Čekání [9]

- Zásoby**

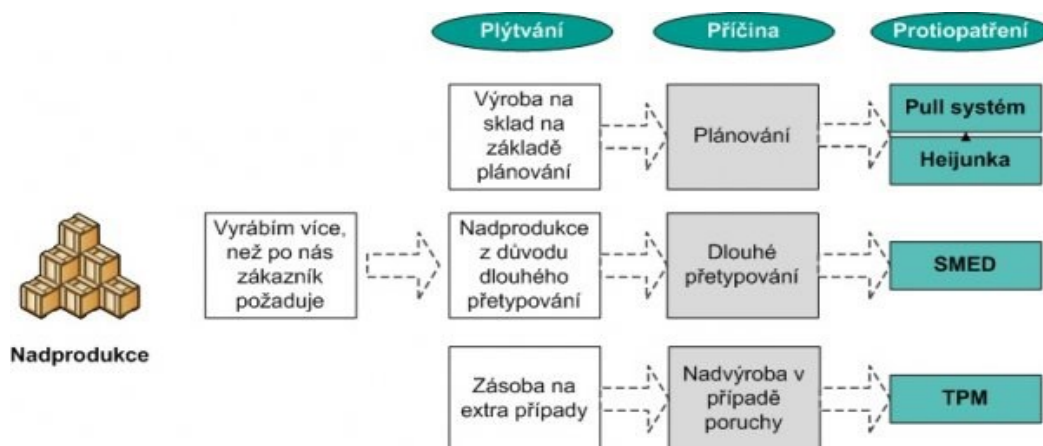
Každé zásoby vyžadují prostor ten se, ale neustále s rostoucími zásobami zvětšuje. Cokoliv nepotřebné je plýtvání.



Obrázek č. 4 – Zásoba [9]

- Nadprodukce**

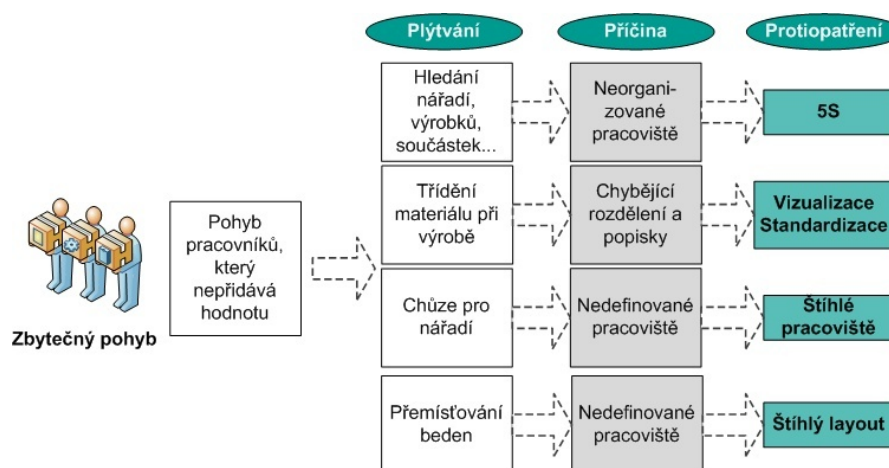
Negativně ovlivňuje výkonnost podniku. Naprodukcí poznáme např. podle toho, že je zákazníkovi podáváno více informací než vyžaduje nebo věci typu zbytečné grafy, tabulky, pracovní postupy, které nepřidávají na hodnotě a další informace, které se nevyužijí.



Obrázek č. 5 – Nadprodukce [9]

• Pohyby

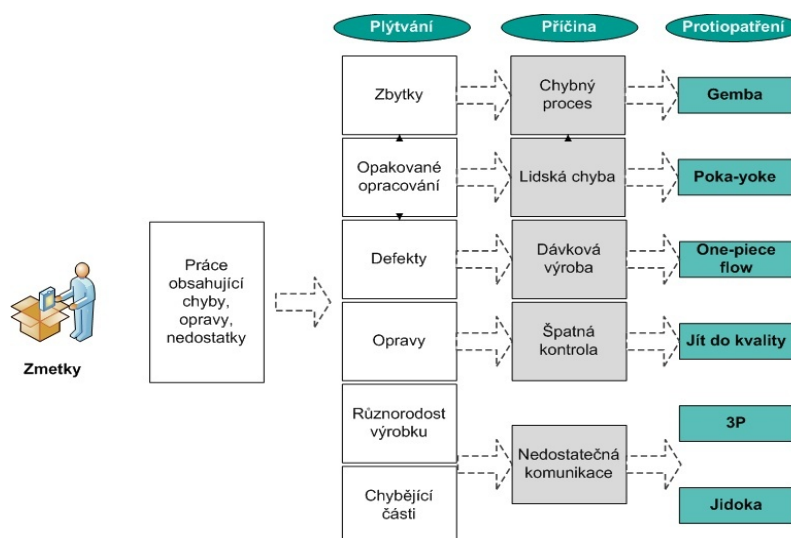
Protiklad čekání. Při sledování pracovníka bychom měli rozlišovat zbytečné pohyby, efektivní pohyby a také pohyby, kterými pracovník kryje svoji nečinnost. Pohyby pracovníka z důvodu hledání nějakých věcí, dokumentů, technologických postupů se řadí do neefektivních pohybů z celé doby pozorování. Následně řešíme, co je za tím, že pracovník nemá dokumenty k dispozici, apod.



Obrázek č. 6 – Zbytečný pohyb [9]

• Zmetkovitost

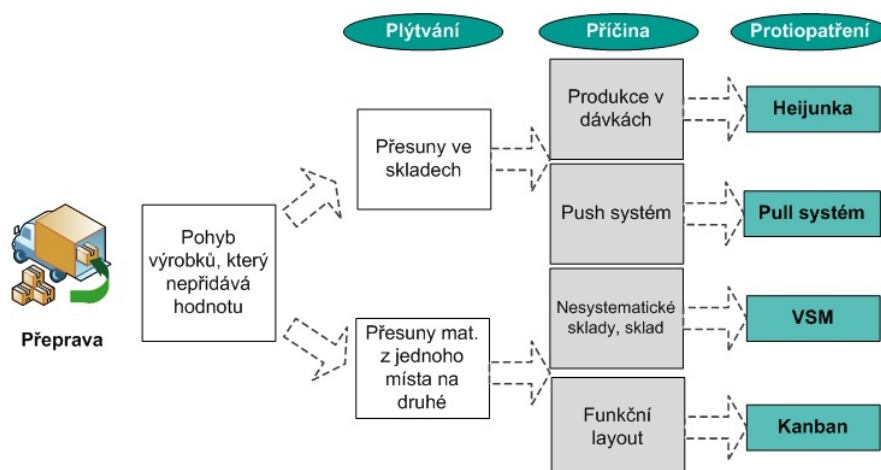
Vznik zmetků si vyžaduje investice, práci a čas navíc. Vše by mělo být zkontrolováno či zajištěno, aby nedocházelo ke vzniku zmetků. Zmetky zjistíme většinou až ve výrobním procesu, v horším případě až u zákazníka.



Obrázek č. 7 – Zmetky [9]

• Převážení

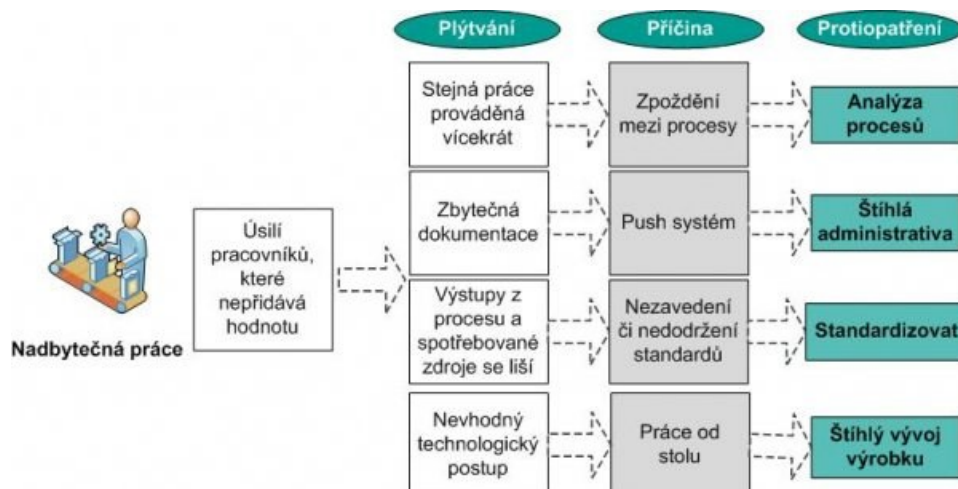
Můžeme si ji snadno všimnout např. když přenášíme či převážíme rozpracované produkty nebo zásoby z jednoho místa na druhé. Redukcí množství zásob na pracovišti se eliminuje zbytečná přeprava. Měli bychom předem strategicky umístit věci na správné a stálé místo. Vzdálenosti by měli být co nejkratší. Předcházet místům, kde by mohlo dojít ke ztrátě věcí nebo by překážely.



Obrázek č. 8 – Přeprava [9]

• Nadbytečná práce

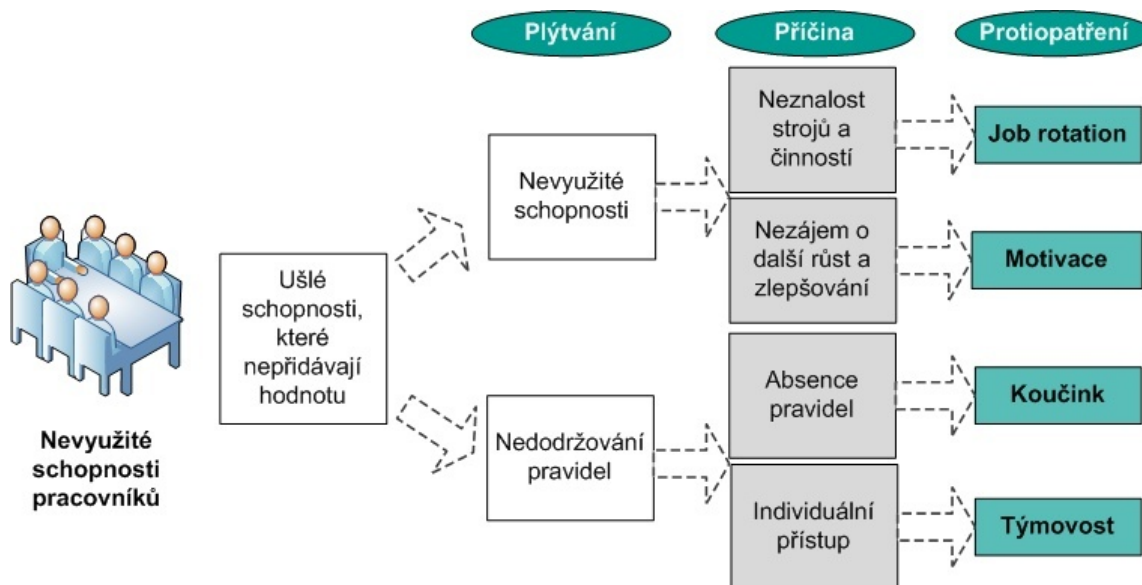
Jedná se o věci co si zákazník nepřeje nebo hůř věci rozpozná sám a považuje je za plýtvání. Neměli bychom vyrábět produkt, o který zákazník nemá zájem.



Obrázek č. 9 – Nadbytečná práce [9]

- **Nevyužité schopnosti pracovníka**

Cítí-li se pracovník, že je ho pro danou práci škoda, neměl by se bát, ba naopak by měl usilovat o práci, se kterou by byl on sám spokojen. Tento problém mohou často ovlivnit pracovníci vedení.



Obrázek č. 10 – Nevyužité schopnosti pracovníků [9]

1.3 Produktivita práce

Vyjadřuje, jak dobře nebo jakou měrou je využívána pracovní síla při vytváření produktu. Produktivitu práce můžeme také uvést jako hospodářský ukazatel, jehož podstatou je měření výkonnosti některého z výrobních faktorů. Poměruje se zde výstup (množství výrobků) ve fyzických jednotkách se vstupem (počet pracovních hodin) ve fyzických jednotkách za určitou dobu. Množství v kusech, kilogramech, pracovních hodinách, strojových hodinách, to vše značí fyzické jednotky. Změřená schopnost jednotky vstupu k produkci určitého množství výstupu za daný čas je výsledkem. Vnější a vnitřní působící faktory podniku ovlivňují přímo i nepřímo produktivitu. [6]

$$\text{Produktivita práce} = \frac{\text{množství výrobků}}{\text{počet pracovních hodin}}$$

Obrázek č. 11 – Výpočet produktivity práce [4]

1.3.1 Faktory ovlivňující produktivitu práce [7]

- Pracovní postupy a metody
- Kvalita strojního zařízení
- Využívání kapitálu
- Úroveň schopnosti pracovní síly
- Systém hodnocení a odměňování
- Úroveň metod průmyslového inženýrství
- Stav infrastruktury
- Stav národního hospodářství a ekonomiky

Existuje však celá řada faktorů, které můžeme rozdělit do dvou skupin a to fyzikální (využívání času a kapitálu, technologické a materiálové aspekty) a psychologické (modely chování zaměstnanců ovlivňující produktivitu). [7]

Jestliže snížíme množství práce, které je vynaložené na výrobu jednotky produkce nebo zvýšíme objem vyrobené produkce ve stejné míře vynaložené práce, docílíme růstu produktivity práce. Růst produktivity práce vede k úspoře vynakládané práce i úspoře mzdových nákladů. Úspory vynakládané práce a úspory mzdových nákladů vedou k růstu produktivity. [8]

1.4 Zvyšování produktivity

Zvyšování produktivity znamená používat inteligenci a více zdravého rozumu při řešení problémů. Na využití dokonalejší techniky, zdokonalování organizace práce a zavedením dokonalejší technologie je založen růst produktivity práce. Existuje mnoho technik, přístupů a metod podporujících růst produktivity jako jsou např. metoda 5S, TPM, Poka - Yoke, optimalizace pracoviště, LCIA, Just in Time. [5]



Obrázek č. 12 – Cyklus zvyšování produktivity [3]

1.4.1 Důvody zvyšování produktivity práce

- Snížení ceny výrobku a služeb pro zákazníky → náklady jsou redukovány
- Zefektivnění využití zdrojů → produkování více výrobků či poskytování služeb při stejné spotřebě
- Zvýšení zisku → snížení nákladů
- Zvýšení mzdy pracovníkům → zvýšení spokojenosti a životní úrovně [7]

1.5 Metodiky a systémy podporující růst produktivity

1.5.1 Metoda 5S [11]

Jejím cílem je eliminovat plýtvání na pracovišti. Metoda 5S je základem štíhlé výroby. Jde o to, abychom po zavedení metody 5S dosáhli bezpečného, čistého, přehledného, standardizovaného pracoviště, tak aby nevznikalo plýtvání a probíhala na pracovišti bezchybná výroba. Metodu 5S můžeme označit jako řád, který souvisí s prací na pracovišti a zároveň s disciplínou zaměstnanců při dodržování řádu. [10]



Obrázek č. 13 – Schéma metody 5S [11]

5 kroků jak realizovat metodu 5S na pracovišti

Separovat/protřídit (Seiri)

- Cílem je oddělení věcí, které musí být odstraněny, musí být na pracovišti a mohou být odstraněny (hledá se místo pro uskladnění).
- Zabráníme tak opětovnému nahromadění nepotřebných věcí.
- Pro třídění a umíst'ování věcí využíváme kartiček 5S viz. Obrázek č. 14.

Systematizovat (seiton)

- Hledáme místo pro uložení věcí vyřízených v prvním kroku.
- Věci by měli být uspořádány tak, aby je každý mohl snadno vzít, použít a vrátit na své místo.
- Místo hledáme podle ekonomie pohybů a používání.
- Označíme místo vizuálně tak, aby bylo hned jasné, že jsou věci na správném místě a ve správném množství viz. Obrázek č. 15.

Kartička 5S

Č. karty: _____

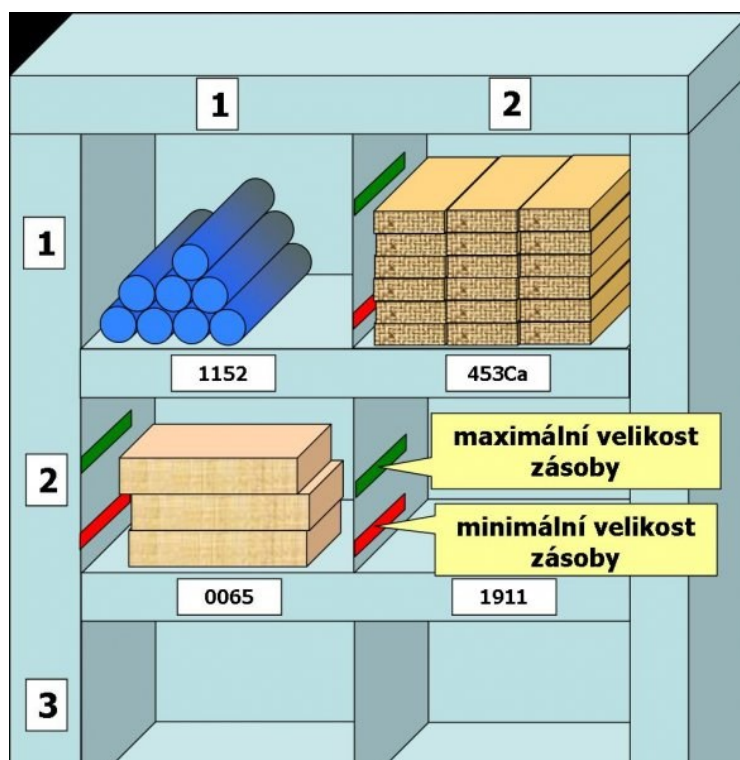
Klasifikace

1. Vstupní materiál a. Interní výroba b. Sklad c. Pomocný 2. Rozpracovaná výroba 3. Nářadí	4. Objednávky (dokumenty) 5. Odpad 6. Hotové výrobky 7. Prázdné palety 8. Zmetky
---	--

Název položky: _____

Č. karty: _____

Obrázek č. 14 – Kartička 5S [11]



Obrázek č. 15 – Vizualizace skladovaných zásob [11]

Čistit (seiso)

- Je potřeba pracoviště nezanedbávat a udržovat v čistotě.
- Vyhledáváme zdroj znečištění a pracujeme na jeho odstranění.
- Čištění formou kontroly

Standardizovat (seiketsu)

- Účel – vytvořit a dodržovat standard pracoviště a předcházet nedbalosti, rychlé stanovení operačních podmínek a odchylek.
- Pracoviště musí být v souladu se standardem.

Sebedisciplína, zlepšování (shitsuke)

- Zlepšování současného stavu.
- Pravidelné audity a doplňující školení.
- Smysl pro pořádek, preciznost a přesnost.

1.5.2 Metoda TPM [12]

Známa jako totálně produktivní údržba. Je zaměřena na údržbu strojů a zařízení. Snaží se o maximální zvýšení provozuschopnosti strojů eliminací a odstraněním všech závad. Zapojují se všichni pracovníci. Podniky využívají výrobní systém s cílem dosáhnout štíhlosti a jsou postaveny proti spolehlivosti a efektivnosti jejich zařízení.

Metoda zajišťuje dosažení třech základních cílů, které souvisí s efektivitou zařízení a to:

- Dosažení nulových neplánovaných prostojů
- Dosažení nulových vad způsobených stavem stroje
- Dosažení nulových ztrát rychlosti strojů

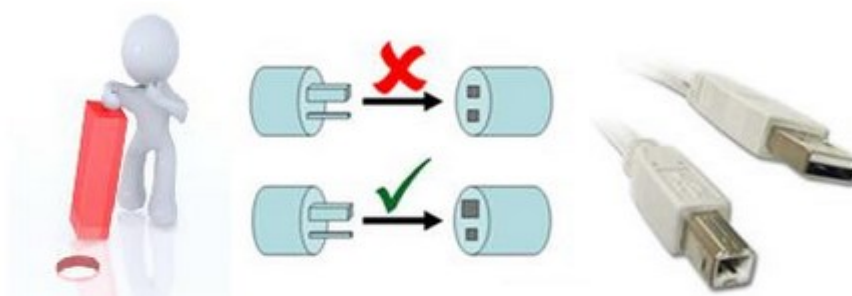


Obrázek č. 16 – 8 základních pilířů metody TPM [12]

1.5.3 Metoda Poka – Yoke [13]

Zabraňuje neshodám ve výrobním i nevýrobním procesu. Neshody či vady mohou buď nastat, nebo už nastaly. Metoda Poka – Yoke je založena na třech krocích:

- Vypnutí
- Kontrola
- Varování



Obrázek č. 17 – Příklady zjištění neshod [13]

a) Stav před provedením operace, kde by neshoda či vada mohla nastat (predikce)

- Vypnutí – výrobní operace není spuštěna při zjištění vady
- Kontrola – nelze provést jakoukoliv chybu
- Varování – signalizování odchylky od počátečního stavu

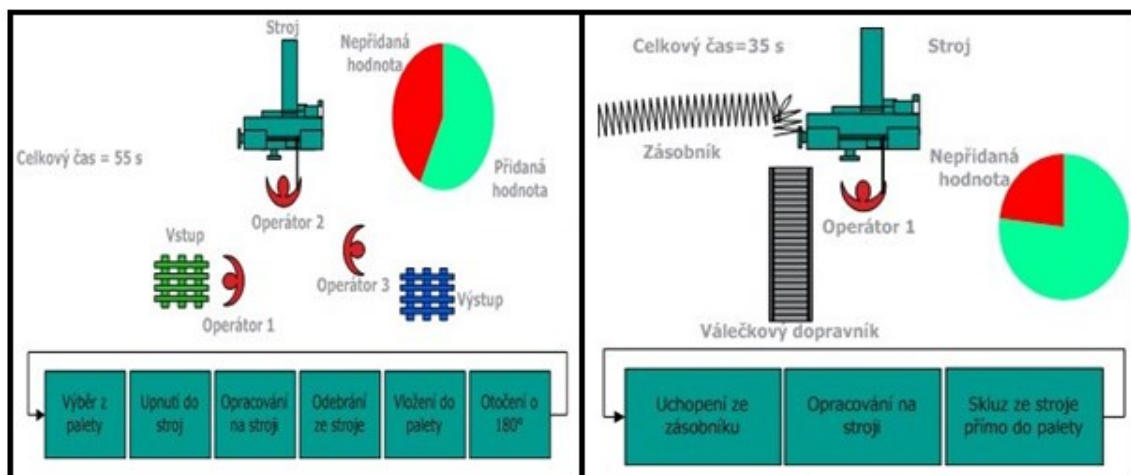
b) Stav po provedení operace, kde už neshoda či vada nastala (detekce)

- Vypnutí – výrobní operace je ihned zastavena při zjištění vady
- Kontrola – k následujícím operacím nemohou pokračovat vadné kusy
- Varování – signalizování, že došlo k chybě

1.5.4 Metoda optimalizace pracoviště [14]

Optimalizací se zlepší podmínky na pracovišti a dojde k odstranění veškerých nedostatků a plýtvání. Tato metoda se využívá při:

- Projektování nových prostorů výroby, jestliže chceme zlepšit pracoviště po výkonnostní či vizuální stránce.
- Minimalizaci množství nekvalitní práce
- Snížení zatížení organismu pracovníka
- Optimalizaci při buňkovém uspořádání



Obrázek č. 18 – Optimalizace pracoviště [14]

Při optimalizaci pracoviště se zkoumají oblasti, jako jsou:

- Účel – analýza plýtvání, odstranění chyb po předchozí operaci
- Konstrukce – vyráběný díl se musí dát vyrobit a smontovat
- Tolerance, požadavky na provedení – eliminace vzniklých lidských chyb
- Použitý materiál – levnější, lépe zpracovatelný, od toho nejlepšího

- Technologie, výrobní proces – snížení počtu operací, takt - time, automatizace, mechanizace
- Použité nářadí – zvažování investicí vzhledem k návratnosti, celkové výroby, pracovníkům
- Manipulování s materiálem – využívání mechanických zařízení, eliminace manipulace s materiálem
- Navrhování práce – využití všech aspektů (biometrické, fyziologické, apod.)

1.5.5 Metoda LCIA [15]

„Low cost intelligent automation“. Z anglického překladu nízkonákladová automatizace. Metoda LCIA se snaží dosáhnout 6 cílů. Těmi jsou:

- Okamžitě rozeznat nestandardní stav a zastavit proces
- Rychle zkonkrétnit a zrealizovat řešení
- Levné a jednoduché řešení
- Realizovat řešení i bez speciálně odborných zkušeností či znalostí
- Zařízení musí odpovídat dané operaci
- Realizace řešení vlastními silami

Základy metody LCIA spočívají v:

- Jednoduchosti – eliminuje se využití fyzikálních zákonů, komplikované pohyby,
- Nízkých nákladech – využití jednoduchých či dostupných materiálů, používání demontovaných součástí.
- Lehké montáži a demontáži – využití stavebnicového systému, ze kterého lze smontovat variabilní zařízení.
- Modulární výstavbě – nízká komplexnost, nižší počet stupňů opracování, rychlá změna při odlišném produktu.
- Interním vývoji a výrobě – výroba přípravků a zařízení ve vlastním podniku
- Kompaktnosti a malých prostorových nároků – LCIA prostředky jsou implementovány do buněk, kde pracovník zvládá více operací → snaha eliminovat pohyby pracovníka.

1.5.6 Metoda Just in Time [16]

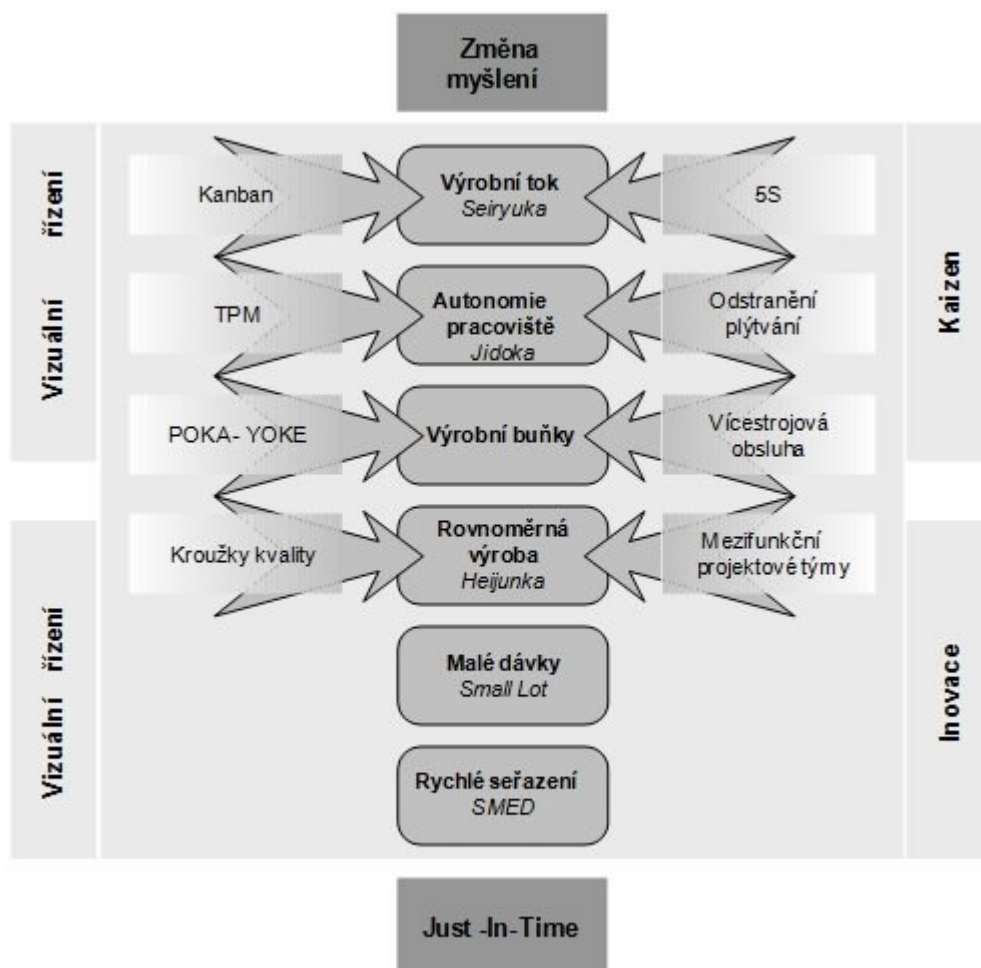
Základním principem metody je eliminovat ztráty v průběhu celého výrobního systému (nákup - distribuce). Vytváří podmínky pro produktivní práci s cílem zlepšit konkurenceschopnost podniku a dosáhnout rovnováhy mezi pružností a výkonností. Hlavní myšlenka a strategie daného výrobního systému je absolutně eliminovat plýtvání.

Význam metody Just in Time

- Správný výrobek
- Správné množství
- Správná kvalita
- Správný čas

Principy metody Just in Time

- Plánovat a vyrábět na objednávku
- Vyrábět v malých dávkách
- Eliminovat ztráty
- Plynulost materiálového toku
- Zabezpečit kvalitu výroby
- Respektovat pracovníky
- Eliminovat nadbytečné zásoby a pracovníky navíc
- Udržovat jasnou a dlouhodobou strategii



Obrázek č. 20 – Just in Time (Toyota production system) [16]

1.6 Vícestrojová obsluha

Vícestrojová obsluha spočívá v obsluze dvou nebo více strojů, které obsluhuje jeden pracovník. Pracovník vykonává ruční úkony na výrobních operacích obsluhovaných strojů v době, kdy ostatní stroje pracují. Mezi ruční úkony můžeme zařadit upínání a odepínání součástí, hrubé očištění součástí či pracovního prostoru stroje. Počet pracovníků, kteří stroje obsluhují musí být menší než počet obsluhovaných strojů. S vyšším počtem strojů, který pracovník obsluhuje, roste využití času pracovníka a tedy i celková zaměstnanost.

1.6.1 Výpočet součinitele zaměstnanosti

$$S_z = \frac{t_{A11} + t_{A12}}{t_{A11} + t_s} = \frac{t_{A1}}{t_{co}}$$

Obrázek č. 21 - Výpočet součinitele zaměstnanosti [17]

kde:

t_{A1} – čas jednotkové práce (ruční odepínání a upínání)

t_{co} – čas cyklu operace

t_{A11} – čas jednotkové práce za klidu stroje (odepínání hotových kusů, apod.)

t_{A12} – čas jednotkové práce za chodu stroje (příprava kusu na výměnu, očištění hotového kusu, apod.)

t_s – strojní čas

2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

2.1 O společnosti Pars nova a.s.

Společnost Pars nova a.s. sídlí v Šumperku, který se nachází v podhůří Jeseníků. Její existence sahá do roku 1947, přesněji 8.12.1947, kdy tento den byl začátkem stavby závodu. Závod byl vybudován na místě, kde býval statek. Rozloha statku v tehdejší době činila 22 ha. Roku 1952 zahájily Československé dopravní dílny provoz. Roku 1973 se dílny přejmenovaly na Železniční opravny a strojírny Šumperk.

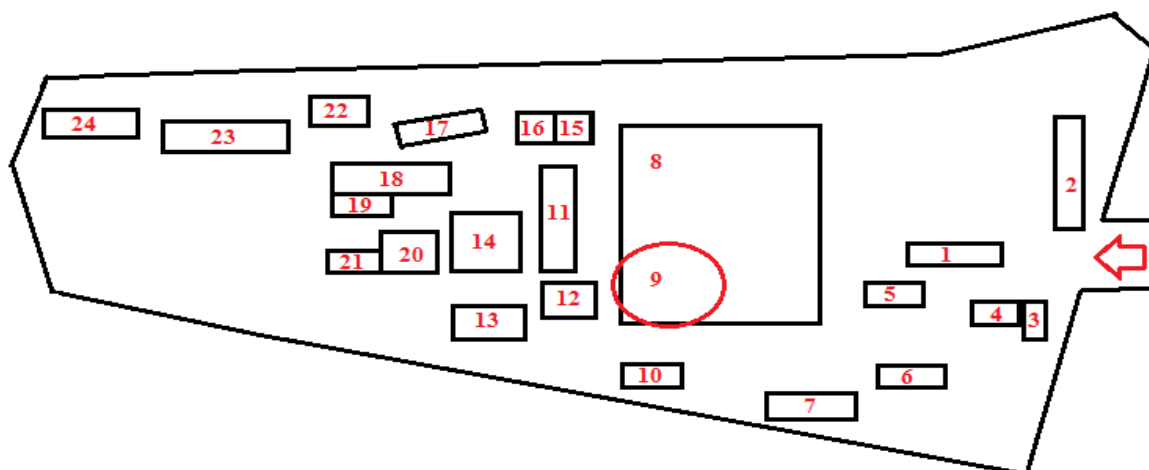
V opravnách a strojírnách se prováděly opravy kolejových motorových vozidel. Později se vedení rozhodlo o vytvoření prototypové dílny, kde se prováděly opravy motorových vozů, lokotraktorů různých druhů, elektrických lokomotiv všech řad a vozidel pro údržbu trolejí. Roku 1993 odstátněním železničních opraven a strojíren byla odstartována nová éra historie závodu a to tím, že bylo rozhodnuto rozšíření provozu o opravy tramvají a dalších typů železničních vozidel.

V roce 2000 se závod stal akciovou společností pod názvem Pars nova a.s. O 8 let později byl Pars nova a.s. začleněn do skupiny Transportation akciové společnosti Škoda holding. Pars nova a.s. se řadí v České republice mezi nejvýznamnější firmy v oboru. Několik let oslňuje zákazníky z mnoha evropských států širokým sortimentem oprav a modernizací železničních vozidel, tramvají.

Ve společnosti se zejména provádějí modernizace a opravy elektrických lokomotiv, motorových vozů, tramvají, motorových lokomotiv, osobních vozů, elektrických dopravních jednotek, montáží vozů a agregátů. Modernizacemi kolejových vozidel vytváří společnost ekonomickou alternativu nákupu nových vozidel. [2]

V současnosti šumperská společnost Pars nova a.s. využívá ke své prezentaci značku okřídleného šípů, logo Škoda. Pro společnost je to významný a viditelný atribut ve skupině Škoda Transportation. Logo může pomoc upevnit pozici v oblasti železničního průmyslu. Pars nova a.s. má v současnosti cca 800 zaměstnanců.

2.2 Poloha obrobny



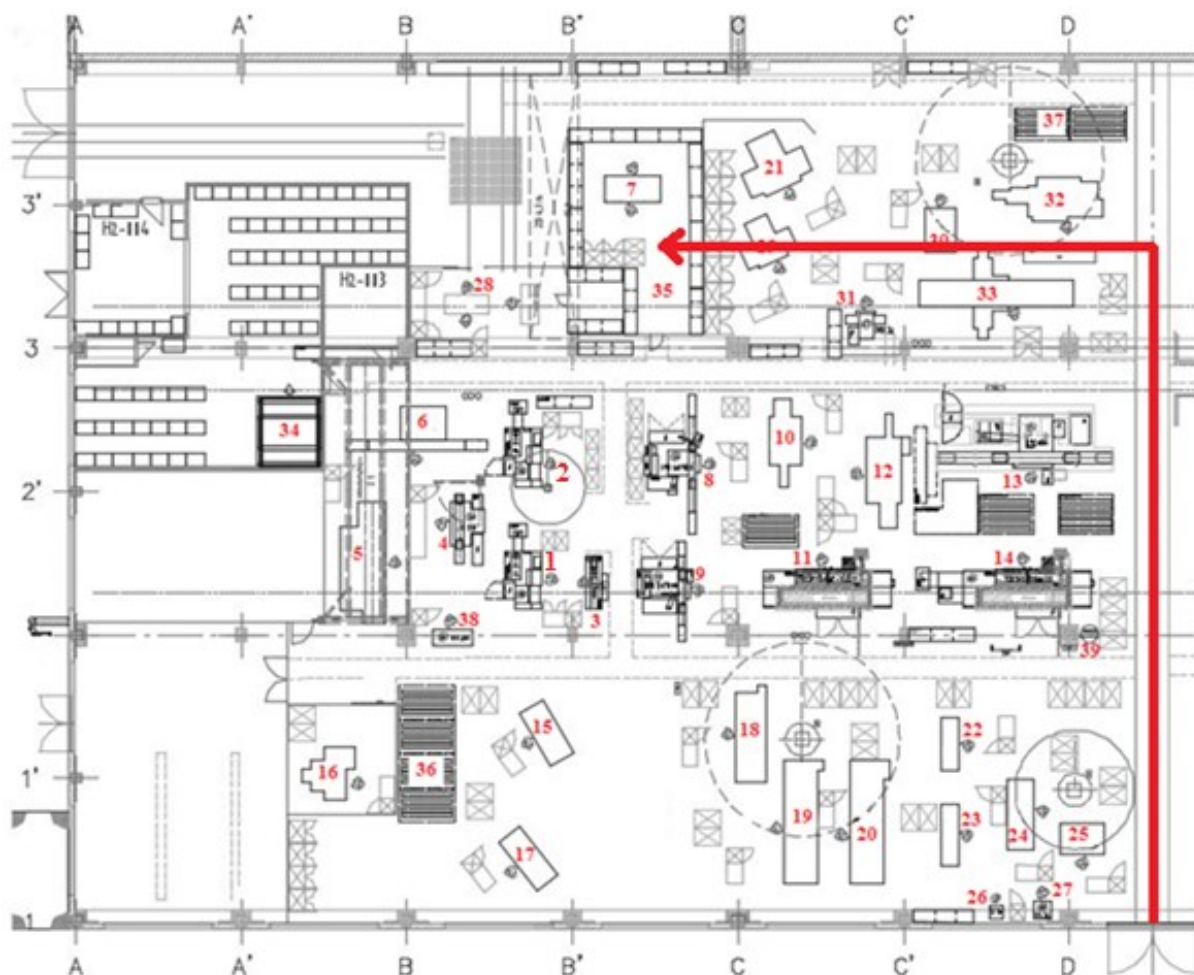
Obrázek č. 22 – Orientační plán Pars nova a.s.

Číslování středisek

1 – vedení, 2 – vrátnice, 3 – expedice, 4 – servis, 5 – sklad, 6 – sklad A12, 7 – chemická laboratoř, 8 – hala 1, **9 – obrobna**, 10 – vývoj RSTR, 11 – venkovní posuvna, 12 – trafostanice, 13 – kotelna, 14 – zkušebna, 15 – kovárna, 16 – klempírna, 17 – baterkárna, 18 – přejímací hala, 19 – váha, 20 – elektrovala, 21 – impregnační stanice, 22 – elektronika, výrobní úsek, 23 – hlavní sklad, 24 – řezárna

2.3 Materiál dodávaný na obrobnu a jeho přeprava

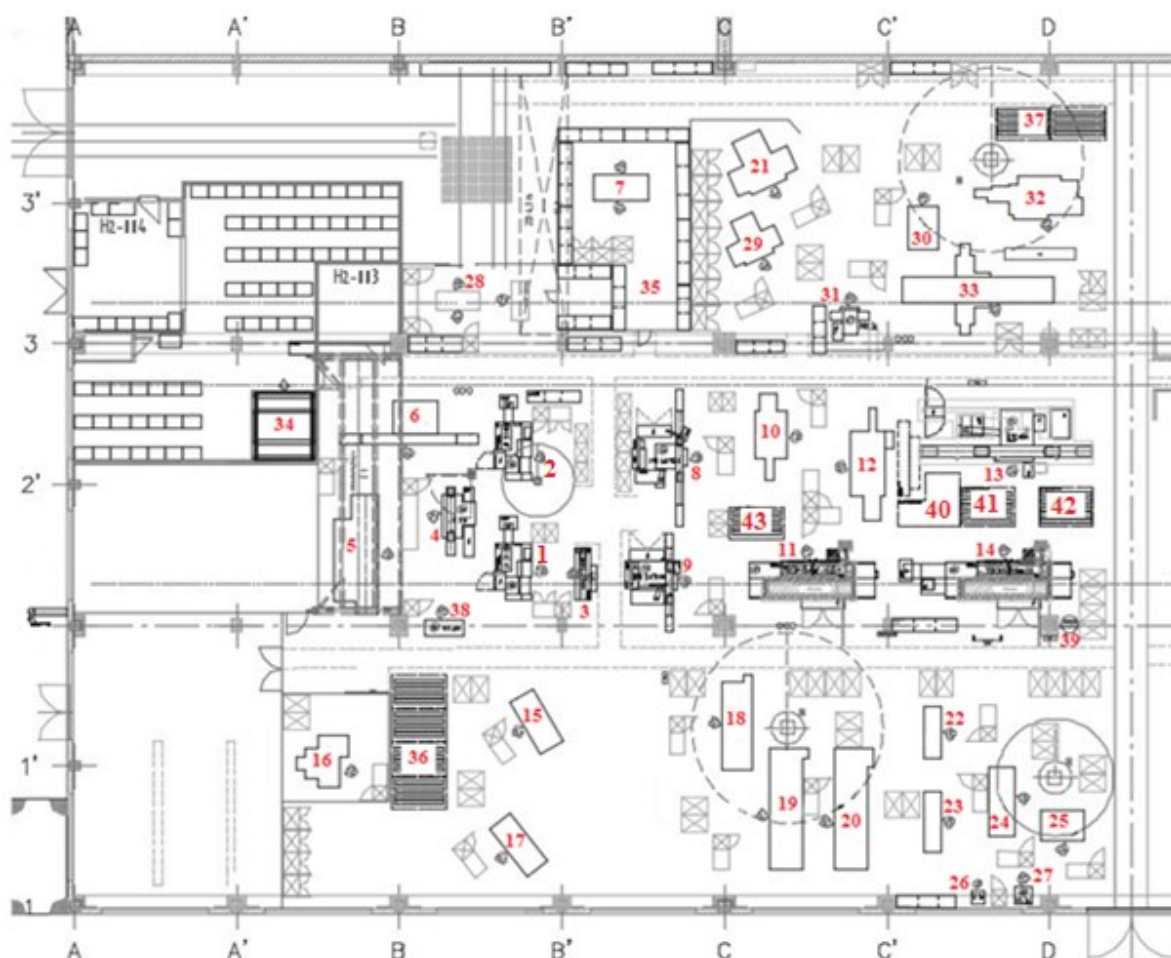
Materiál dodává do Pars nova a.s. firma Feronax. Materiál se v řezárně nařeže na určitou délku, počet kusů a dopraví na obrobnu. Nařezaný materiál dováží z řezárny vysokozdvizným vozíkem pracovník řezárny. Na obrobně pracovníci skladu přepraví nařezaný materiál pomocí kolejového vozítku a jeřábu po trase vyznačené červenou šipkou viz. Obrázek č. 23. Poté technolog vystaví průvodku výrobní zakázky viz. Příloha č. 1 a předá mistrovi. Mistr podle data ukončení zakázek zhodnotí a porovná zakázky. Poté zadá práci tak, aby zakázky s nejkratším datem byly dány do výroby a stihly se vyrobit v daném termínu. Materiál se k pracovištím přepravuje v kovových bednách o rozměrech 80 x 60 cm pomocí jeřábů a paletového vozíku.



Obrázek č. 23 – Trasa přepravy nařezaného materiálu do skladu materiálu

2.4 Pracoviště na obrobně

Obrobna se v současné době skládá ze 32 strojů, skladu materiálu, výdejny, měřicího pracoviště, odjehlovacího pracoviště, prostorů pro uskladnění rozpracovaných či hotových náprav a pro kovové bedny na polotovary či hotové výrobky. Ve spodní části jsou převážně rozmístěny soustruhy a vrtačky. Uprostřed jsou rozmístěny brusky, CNC soustruhy a horizontální vyvrtávačky. V horní části jsou umístěny frézy.



Obrázek č. 24 – Středisko obrobna

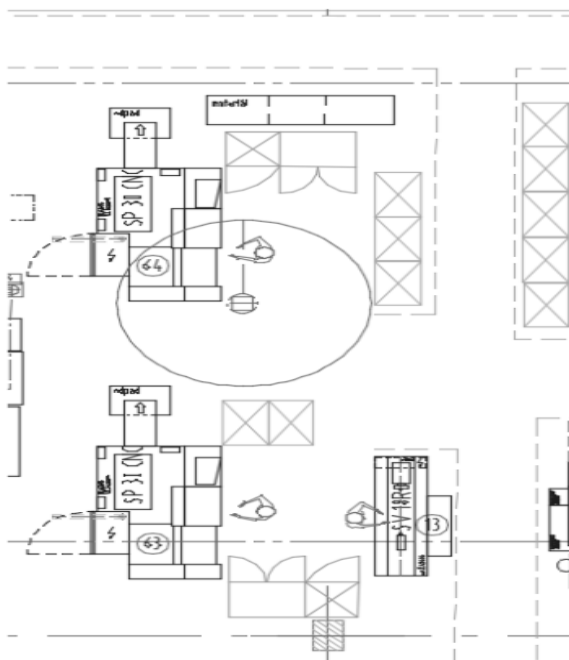
2.4.1 Číslování pracovišť

- 1,2 – soustruhy typu SP 30 CNC
- 3 – konvenční soustruh SV 18 R
- 4 – bruska SIP 315
- 5 – bruska BPV 700
- 6 – bruska BKO 50
- 7 – odjehlovací pracoviště
- 8 – bruska BUB 40/1500
- 9 – bruska BUB 50/1000
- 10 – horizontální vyvrtávačka N 63 WH 63
- 11 – válečkovací CNC stroj TCH 500 Roller 80/2500
- 12 – horizontální vyvrtávačka W 915
- 13 – bruska BUC 63 A
- 14 – CNC soustruh TCH 500 Prime 100
- 15 – konvenční soustruh SV 18R
- 16 – frézka BKoE 530
- 17 – konvenční soustruh SV 18R
- 18 – konvenční soustruh SU 50
- 19 – konvenční soustruh S 30
- 20 – konvenční soustruh EE-800-01
- 21 – frézka FSS 400 E
- 22 – konvenční soustruh EEN 320
- 23 – konvenční soustruh SU 18
- 24 – konvenční soustruh SU 50
- 25 – vrtací stroj VR 6 2A554
- 26 – stojanová vrtačka V 16
- 27 – sloupová vrtačka VS 32
- 28 – měřicí a rýsovací pracoviště
- 29 – frézka FU 2 a
- 30 – obrázečka HOV 25
- 31 – frézka FGV 32
- 32 – konvenční soustruh SU 80 A
- 33 – frézka FRES 10x25
- 34 – výdejna
- 35 – sklad materiálu
- 36 – prostor pro uskladnění, odložení
- 37 – prostor pro uskladnění, odložení
- 38 – nástrojová bruska KV 250
- 39 – odpadní emulze
- 40 – prostor pro materiál na horizontální vyvrtávačku W915
- 41 – prostor pro materiál na CNC soustruh TCH 500 Prime 100
- 42 – prostor pro materiál na brusku BUC 63 A
- 43 – prostor pro materiál na válečkovací CNC stroj TCH 500 Roller 80/2500

2.5 Popis pracovišť a jejich současná situace

Soustruhy SP 30 CNC (1,2)

Stroje jsou umístěny vedle sebe viz. Obrázek č. 25. Pracovníci na strojích pracují na dvě směny. Na strojích tohoto typu se obrábí široký sortiment výrobků, jako jsou čepy, pouzdra, matice vodítek pružin, táhla s pružným uložením a šrouby. Výrobní dávka se pohybuje cca kolem 20 - 130 kusy. Výrobky pokračují z 80% do kovárny nebo brusírny. Výrobky z materiálu 11 600 pokračují rovnou na montáž. Těmito stroji se budeme v práci ještě podrobněji zabývat.



Obrázek č. 25 – Rozmístění strojů SP 30 CNC



Obrázek č. 26 – Soustruh SP 30 CNC

Konvenční soustruh SV 18 R (3)

Je součástí stroje SP 30 CNC. Stroje jsou umístěny naproti sobě. Pracovník na stroji provádí v mezech odjehlování hran po upichování.

Bruska SIP 315 (4), bruska BPV 700 (5), bruska BKO 50 (6), bruska BUB 40/1500 (8), bruska BUB 50/1000 (9), nástrojová bruska KV 250 (38), bruska BUC 63 A (13)

Tyto stroje má na starosti jeden pracovník. Pracuje podle toho, jak je práce. Výrobní dávka se pohybuje cca kolem 60 kusů. Pracovník na strojích brousí široký sortiment pouzder. Pouze na brusce BUC 63 A brousí nápravy. Výrobky z těchto strojů pokračují na montáž.

Odjehlovací pracoviště (7)

Pracoviště se nachází ve skladu materiálu. Na tomto pracovišti dva dělníci odjehlují otřepy po frézování, apod. Výrobky pokračují do skladu materiálu nebo na montáž.

Horizontální vyvrtávačka N 63 WH 63 (10), horizontální vyvrtávačka W 915 (12)

Pracovníci na těchto strojích vytáčí díru nebo obrábí skříň motoru. Většinou jsou to díly, u kterých došlo k mechanickému poškození. Díly pokračují rovnou na montáž.

Válečkový CNC stroj TCH 500 Roller 80/2500 (11)

Tento stroj má nulové využití. Kvůli tomuto stroji je vedeno soudní řízení. Firma požaduje předělat stroj tak, aby bylo možné na stroji provádět těžké hrubování.

CNC soustruh TCH 500 Prime 100 (14)

Na stroji se obrábí čepy, pouzdra, hřídele. Výrobky obrobené na tomto stroji pokračují z 60% na kovárnu, brusírnu nebo rovnou na montáž.

Konvenční soustruhy SV 18R (15, 17), konvenční soustruh SU 50 (18), konvenční soustruh S 30 (19), konvenční soustruh EE-800-01 (20), konvenční soustruh EEN 320 (22), konvenční soustruh SU 18 (23), konvenční soustruh SU 50 (24)

Na těchto strojích pracovníci obrábí čepy či pouzdra cca kolem 30 kusů. Výrobky pokračují většinou na montáž nebo na frézku FGV 32, kde se obrábí drážky.

Vrtací stroj VR 6 2A554 (25), stojanová vrtačka V 16 (26), sloupová vrtačka VS 32 (27)

Tyto stroje slouží pro vrtání pouzder, per, podložek či dílů, které jsou součástí většího celku. Výrobky pokračují z těchto pracovišť k dalšímu zpracování nebo rovnou na montáž.

Frézka FSS 400 E, frézka FU 2 a (21, 29)

Na pracovištích se obrábí pouze brzdové obložení. Obložení je totiž z těžkých litin, špinavé a nástroj se rychle opotřebí.

Měřicí a rýsovací pracoviště (28)

Pracoviště je určené ke kontrole, měření a orýsování. Orýsování je zdlouhavé a zdržuje. Práce by se usnadnila vybavením pracoviště souřadnicovým vyvrtávacím strojem VXR 50.

Obrázcí stroj HOV 25 (30)

Na stroji se obrábí drážky do pouzder. Obrobené pouzdra pokračují na další zpracování nebo rovnou na montáž.

Frézka FGV 32 (31)

Pracovník na stroji obrábí šestihrany. Obrobené dílce pokračují většinou na montáž nebo na soustruh, kde se soustruží závity.

Konvenční soustruh SU 80 A (32)

Na soustruhu tohoto typu se obrábí nápravy, které pokračují na lisovnu, kde je lisováním vyráběno dvojkolí.

Frézka FRES 10x25 (33)

Pracovník na strojích obrábí 2 m lišty, které pokračují rovnou na montáž. Hrubý odhad využití stroje je 20 %.

Výdejna (34)

Pracovníkům jsou zde vydávány potřebné nástroje, pracovní oděv, apod.

Sklad materiálu (35)

Ve skladu materiálu je naskladněn nařezaný materiál a hotové výrobky, které pokračují na montáž. Ve skladu je v současné době umístěno i odjehlovací pracoviště.

Prostor pro uskladnění, odložení (36)

Tento prostor je vyhrazen pro rozpracované a hotové nápravy, které pokračují na montáž.

Prostor pro materiál na konvenční soustruh SU 80 A (37)

Tento prostor je vyhrazen pro rozpracované a hotové nápravy na konvenčním soustruhu SU 80 A.

Nástrojová bruska KV 250 (38)

Hotové výrobky pokračují do výdejny nebo na pracoviště. Hrubý odhad využití stroje je 20 %.

Odpadní emulze (39)

Na tomto místě se skladuje ve dvou sudech nová a odpadní emulze.

Prostor pro materiál na horizontální vyvrtávačku W915 (40)

Tento prostor je vyhrazen pro materiál a hotové výrobky na horizontální vyvrtávačku W915.

Prostor pro materiál na CNC soustruh TCH 500 Prime 100 (41)

Tento prostor je vyhrazen pro materiál a hotové výrobky na CNC soustruh TCH 500 Prime 100. Výrobky pokračují na lisovnu.

Prostor pro materiál na brusku BUC 63 A (42)

Prostor je vyhrazen pro materiál a hotové výrobky na brusku BUC 63 A. Hotové výrobky pokračují na montáž.

Prostor pro materiál na válečkový CNC stroj TCH 500 Roller 80/2500 (43)

Jelikož je kvůli stroji vedeno soudní řízení slouží prostor jako prostor pro uskladnění rozpracovaných či hotových náprav.

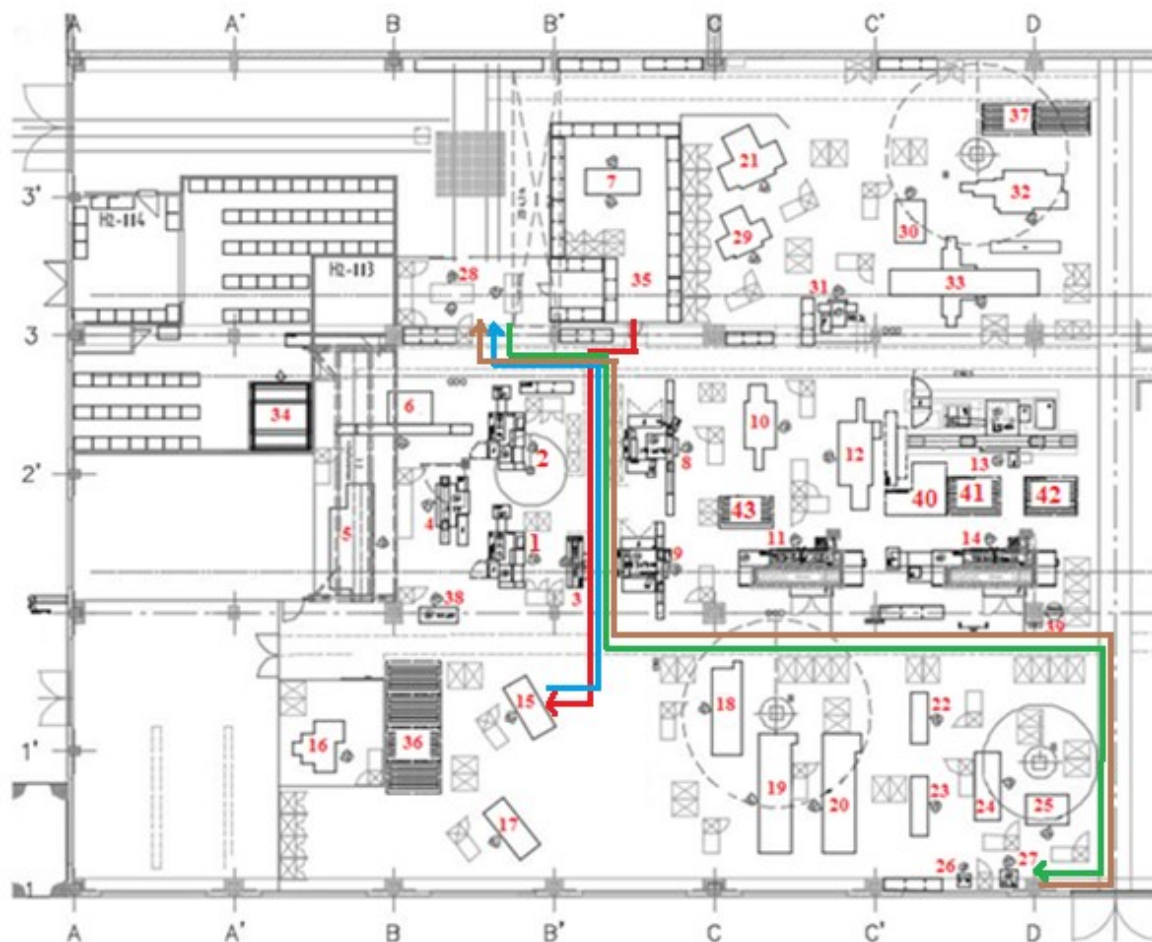
2.6 Sortiment nejčastějších výrobků a jejich materiálový tok

Byl analyzován sortiment nejčastějších výrobků vyráběných na obrobně viz. Příloha č. 1, barevně znázorněn a popsán jejich materiálový tok. Zbylý sortiment výrobků není uveden v příloze, ale je podobný. Hlavní cíl práce je zaměřen hlavně na dvoustrojovou obsluhu.

- Čep č.v.19-18-4-0092/6
- Čep podle vzorku – 24 x 162 x M200 č.v. 85-18-3-0059/5
- Šroub 85-45-4-0196 – vany převodu ř. 460
- Táhlo s pružným uložením č.v.58.114-04.028/2/6 b
- Čep 18-18-4-0430
- Matice vodítka pružiny č.v.58.095-04.002/5/5
- Pouzdro rozpěrné 458.0.801.10.002 – spoj.půlrámu ř. 8
- Pouzdro 51,5 x 40,5 x 16
- Čep 053-24/55 24x55

Popis materiálového toku čepu č.v.19-18-4-0092/6

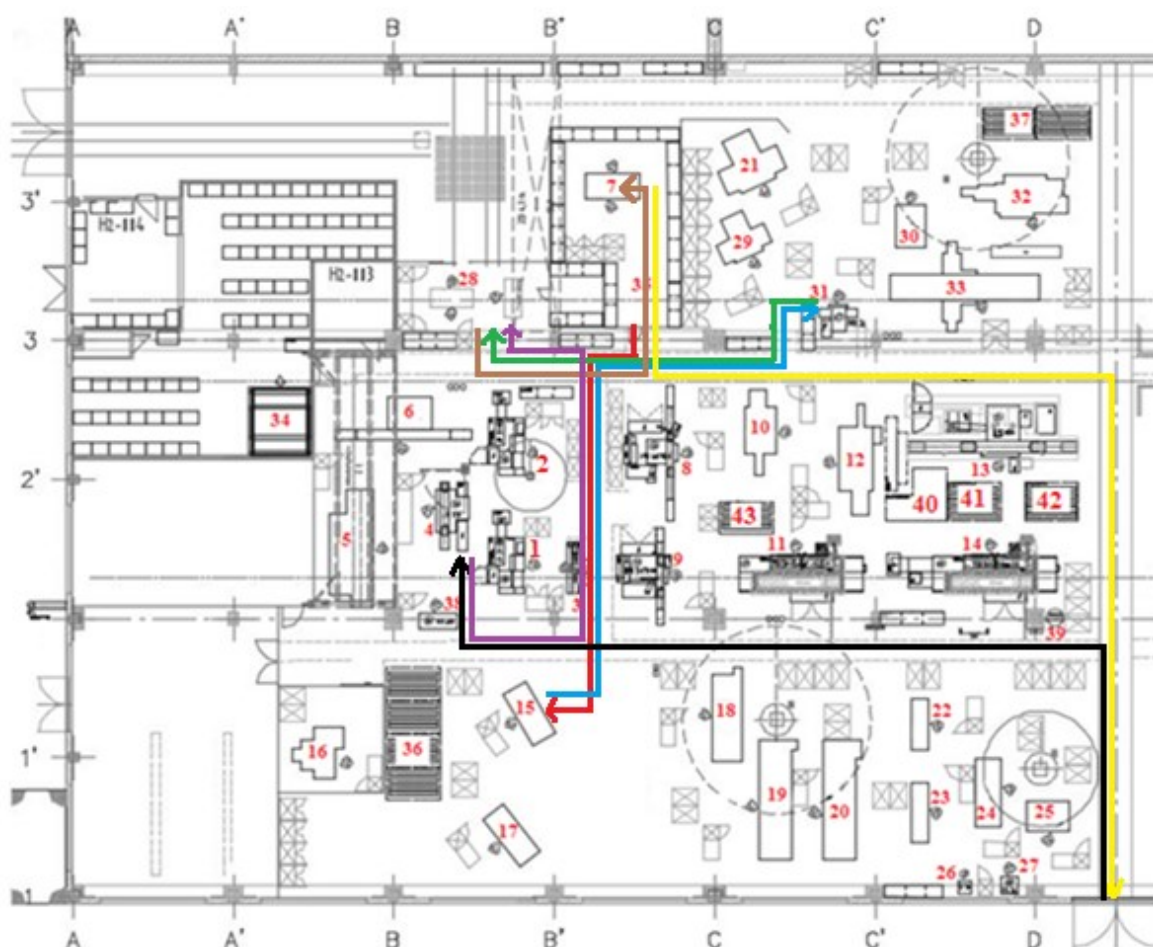
- Červená šipka - sklad materiálu → konvenční soustruh SV 18 R
- Modrá šipka – konvenční soustruh SV 18 R → rýsovací pracoviště
- Zelená šipka – rýsovací pracoviště → vrtačka VS 32
- Hnědá šipka - vrtačka VS 32 → kontrola výroby



Obrázek č. 27 – Materiálový tok čepu č.v.19-18-4-0092/6

Popis materiálového toku čepu podle vzorku – 24 x 162 x M200 č.v. 85-18-3-0059/5

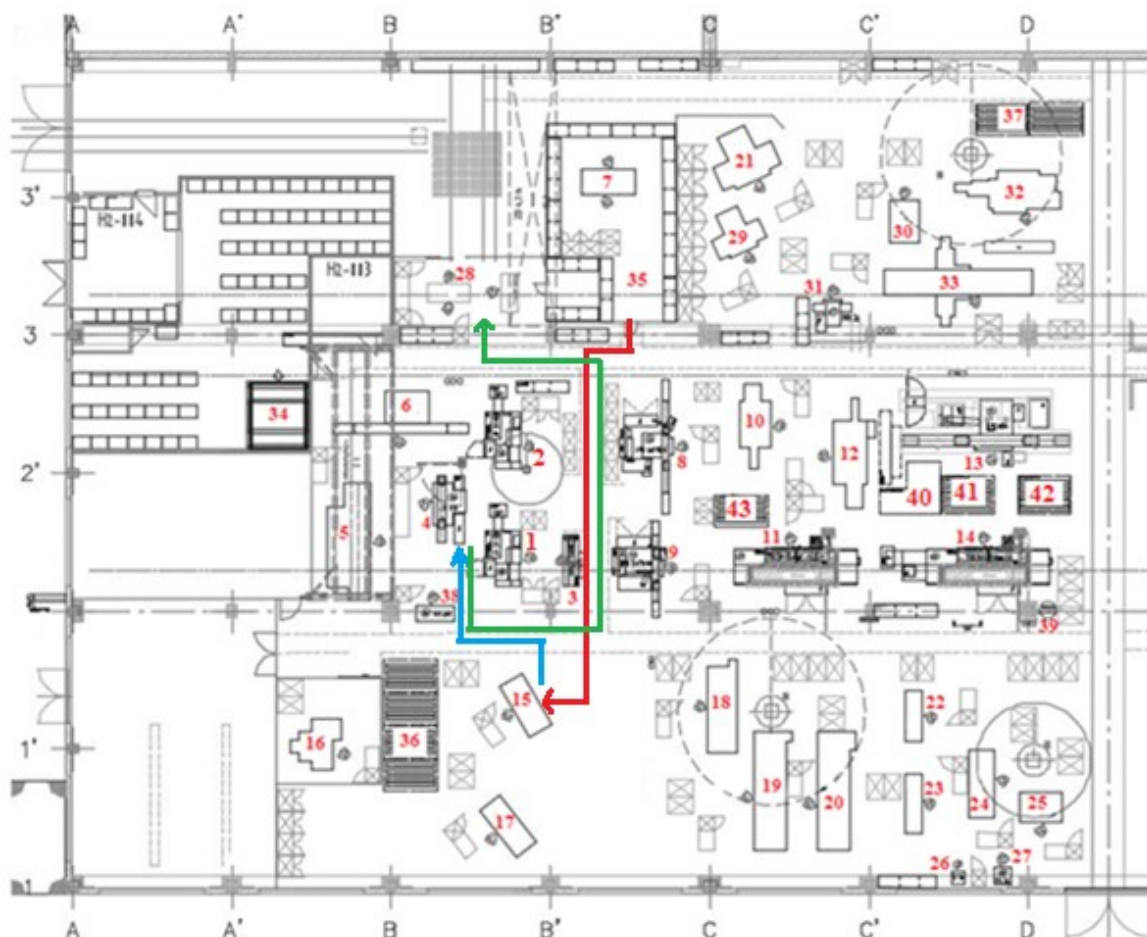
- Červená šipka - sklad materiálu → konvenční soustruh SV 18 R
- Modrá šipka – konvenční soustruh SV 18 R → frézka FGV 32
- Zelená šipka – frézka FGV 32 → rýsovací pracoviště
- Hnědá šipka – rýsovací pracoviště → odjehlovací pracoviště
- Žlutá šipka - odjehlovací pracoviště → kovárna
- Černá šipka – kovárna → bruska SIP 315
- Fialová šipka - bruska SIP 315 → kontrola výroby



Obrázek č. 28 – Materiálový tok čepu podle vzorku – 24 x 162 x M200 č.v. 85-18-3-0059/5

Popis materiálového toku šroubu 85-45-4-0196 – vany převodu ř. 460

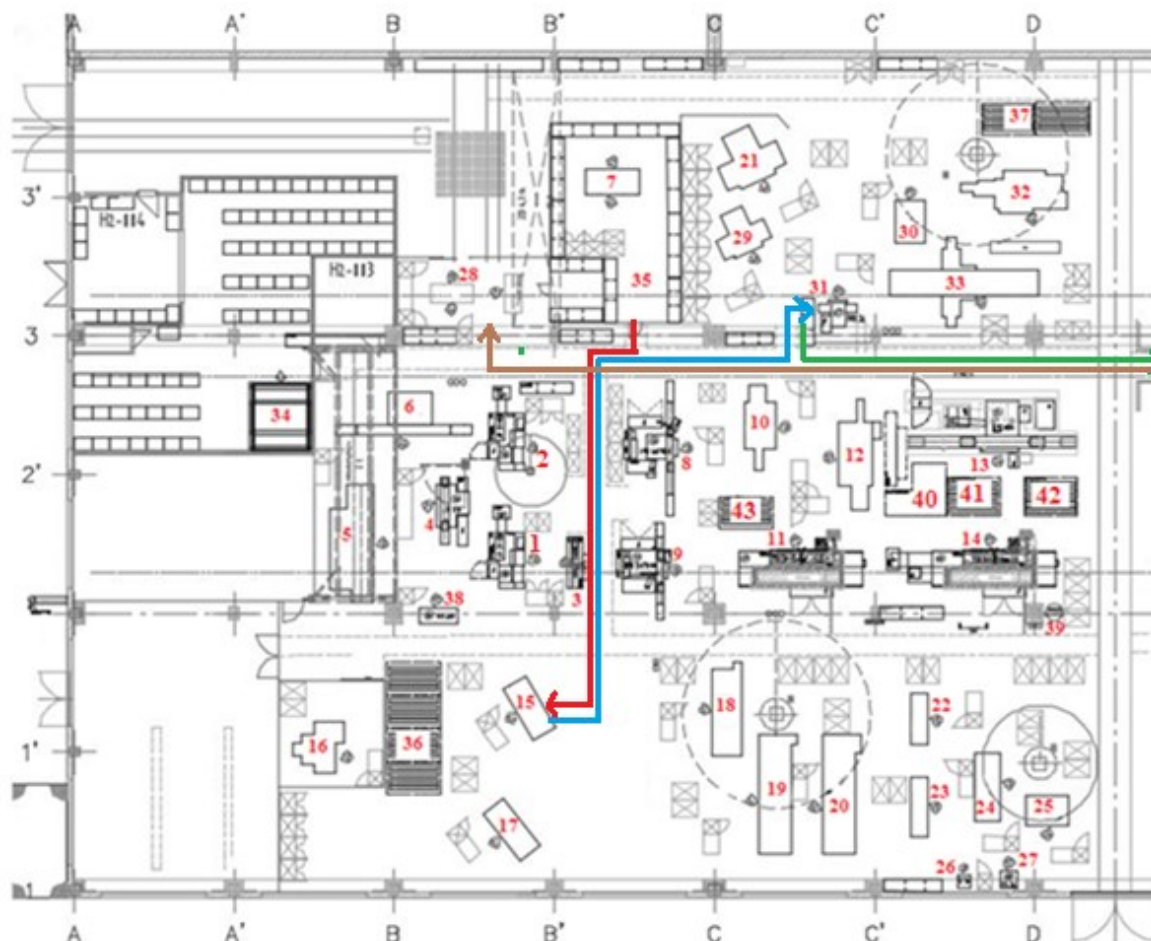
- Červená šipka - sklad materiálu → konvenční soustruh SV 18 R
- Modrá šipka – konvenční soustruh SV 18 R → bruska SIP 315
- Zelená šipka – bruska SIP 315 → kontrola výroby



Obrázek č. 29 – Materiálový tok šroubu 85-45-4-0196 – vany převodu ř. 460

Popis materiálového toku táhla s pružným uložením č.v.58.114-04.028/2/6 b

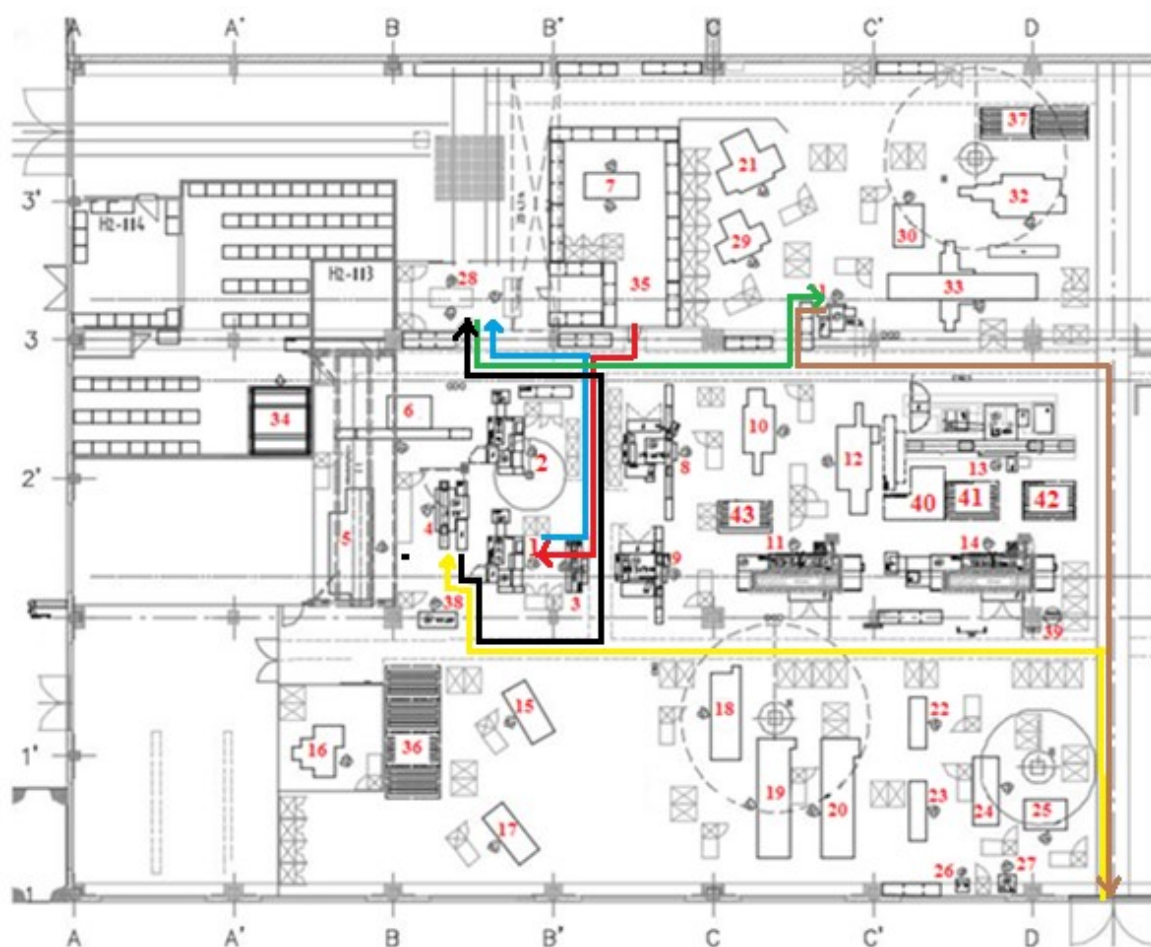
- Červená šipka - sklad materiálu → konvenční soustruh SV 18 R
- Modrá šipka – konvenční soustruh SV 18 R → frézka FGV 32
- Zelená šipka – frézka FGV 32 → slícovat, svařit
- Hnědá šipka – slícovat, svařit → kontrola výroby



Obrázek č. 30 – Materiálový tok táhla s pružným uložením č.v.58.114-04.028/2/6 b

Popis materiálového toku čepu 18-18-4-0430

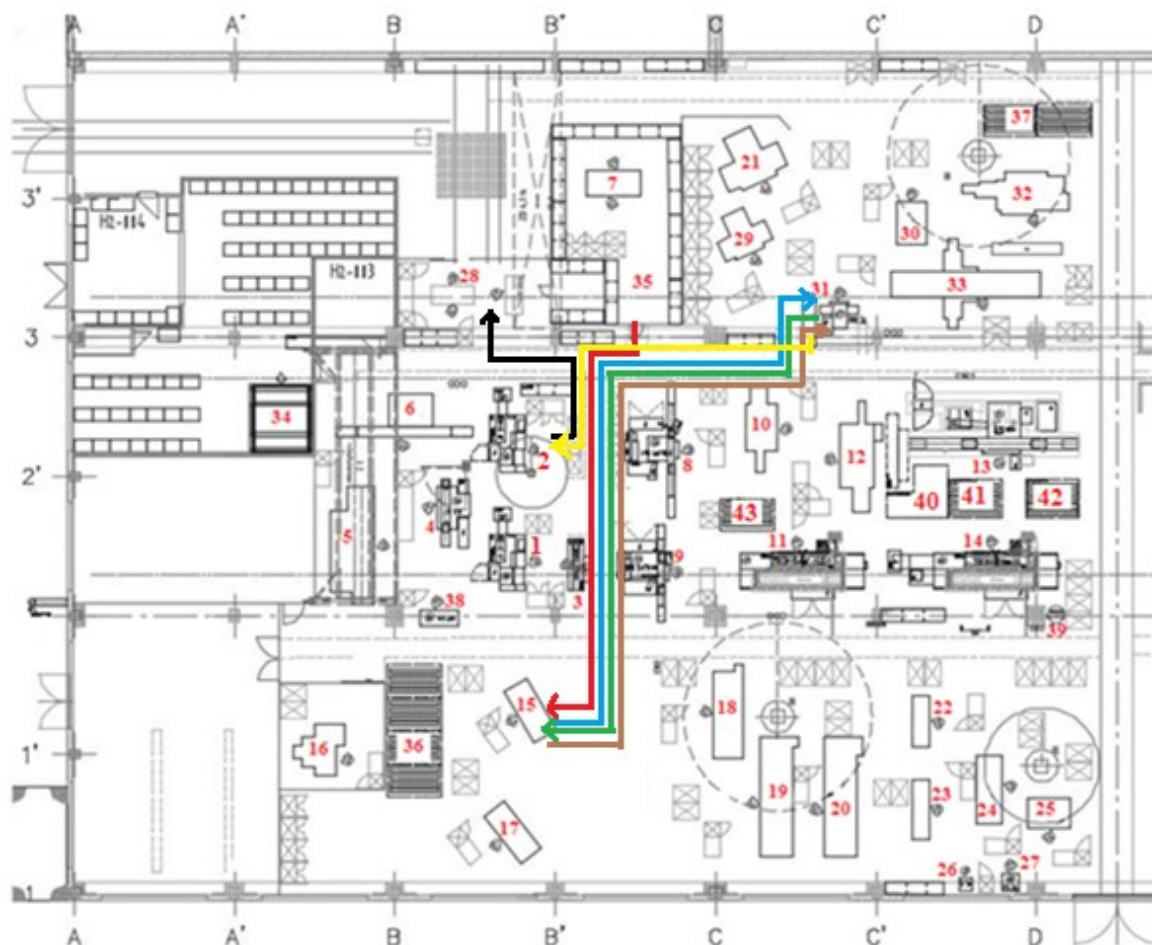
- Červená šipka - sklad materiálu → CNC soustruh typu SP 30 CNC
- Modrá šipka – CNC soustruh typu SP 30 CNC → rýsovací pracoviště
- Zelená šipka – rýsovací pracoviště → vrtačka VS 32
- Hnědá šipka – vrtačka VS 32 → kovárna
- Žlutá šipka – kovárna → bruska SIP 315
- Černá šipka – bruska SIP 315 → kontrola výroby



Obrázek č. 31 – Materiálový tok čepu 18-18-4-0430

Popis materiálového toku matice vodítka pružiny č.v.58.095-04.002/5/5

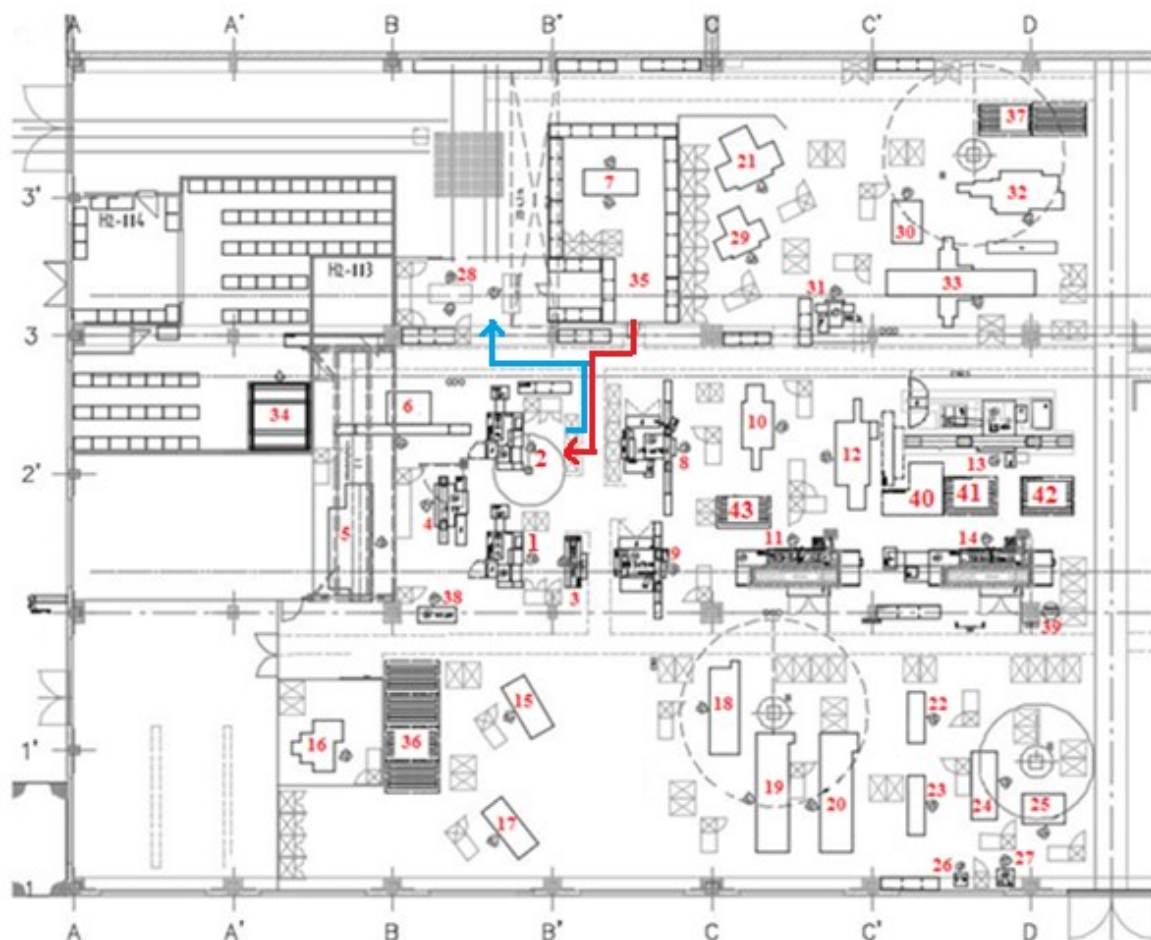
- Červená šipka - sklad materiálu → konvenční soustruh SV 18 R
- Modrá šipka – konvenční soustruh SV 18 R → frézka FGV 32
- Zelená šipka – frézka FGV 32 → konvenční soustruh SV 18 R
- Hnědá šipka – konvenční soustruh SV 18 R → frézka FGV 32
- Žlutá šipka – frézka FGV 32 → CNC soustruh SP 30 CNC
- Černá šipka – CNC soustruh SP 30 CNC → kontrola výroby



Obrázek č. 32 – Materiálový tok matice vodítka pružiny č.v.58.095-04.002/5/5

Popis materiálového toku pouzdra 51,5 x 40,5 x 16

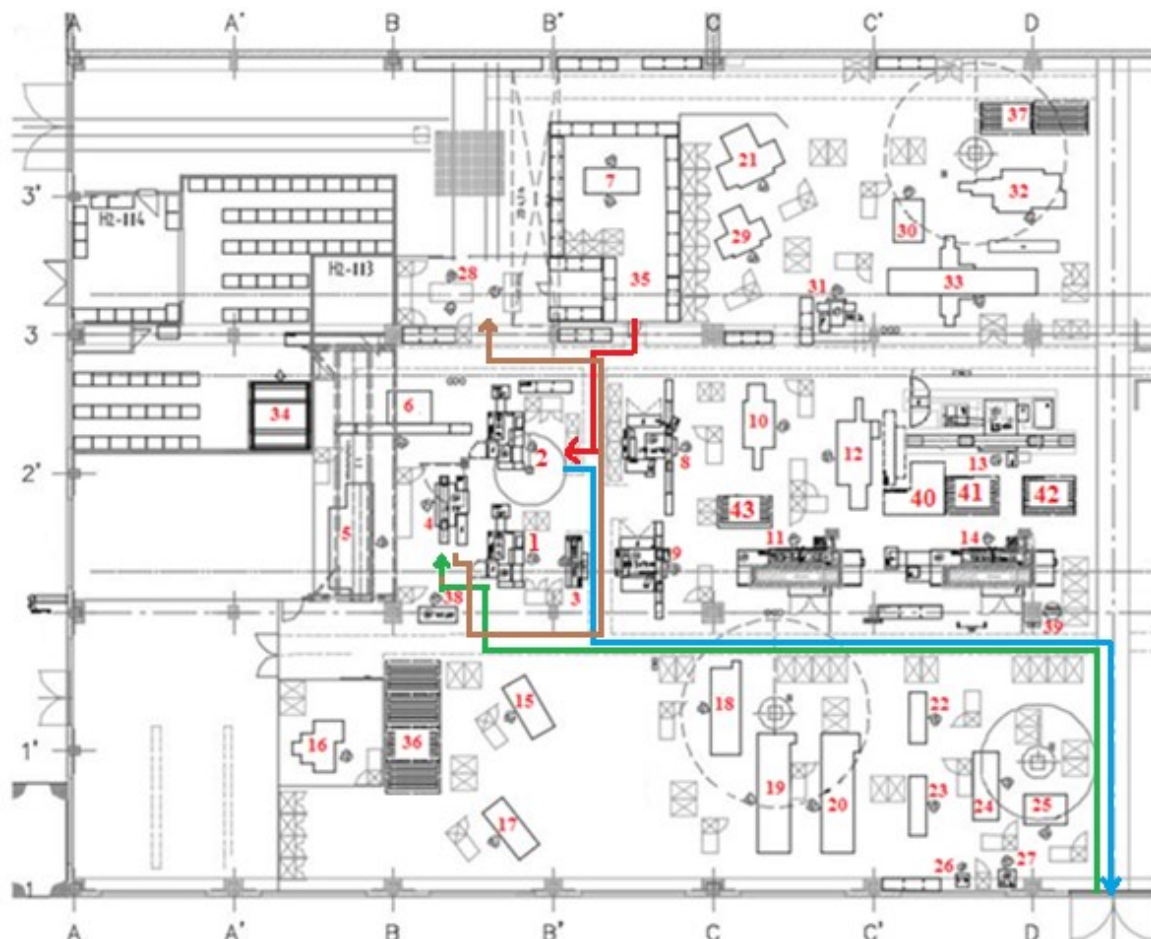
- Červená šipka - sklad materiálu → CNC soustruh typu SP 30 CNC
- Modrá šipka – CNC soustruh typu SP 30 CNC → kontrola výroby



Obrázek č. 33 – Materiálový tok pouzdra 51,5 x 40,5 x 16

Popis materiálového toku čepu 053-24/55 24x55

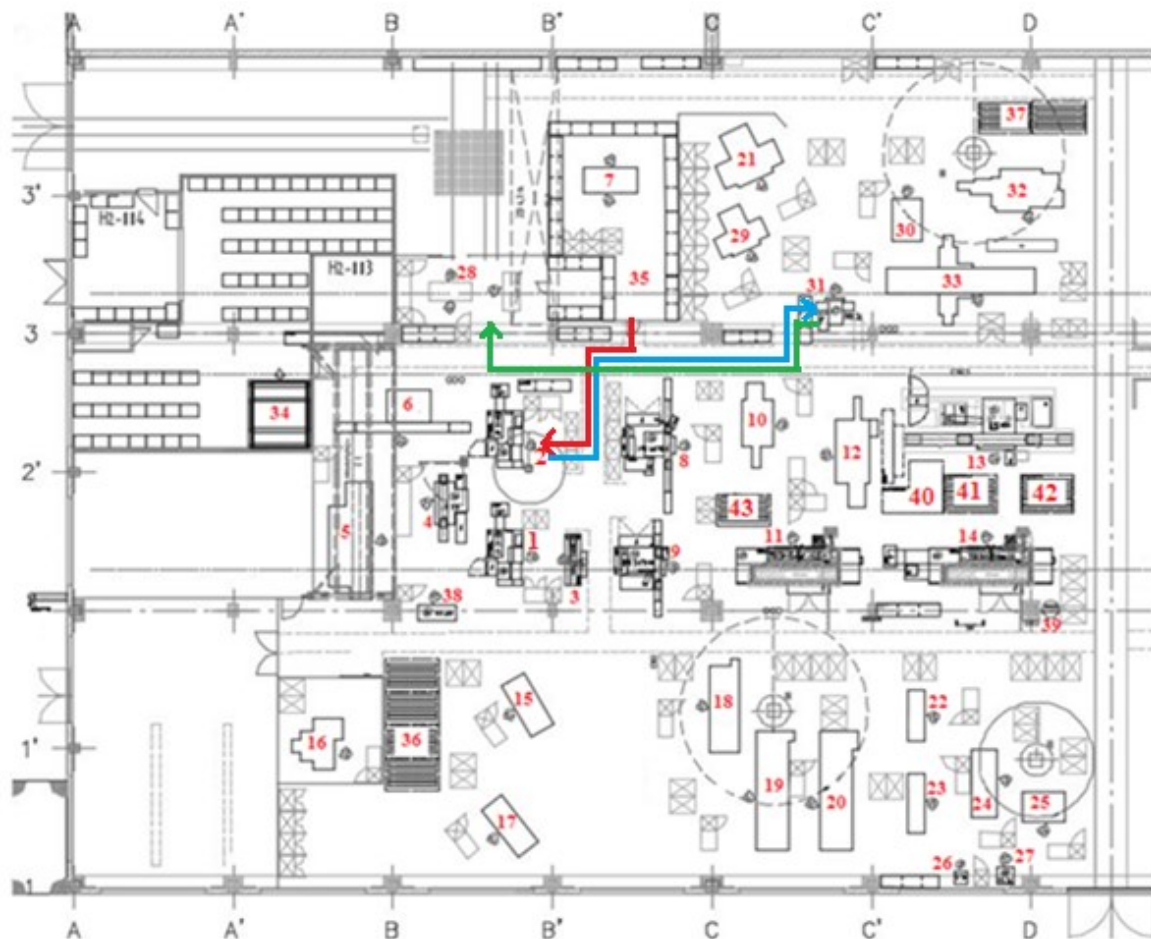
- Červená šipka - sklad materiálu → CNC soustruh typu SP 30 CNC
- Modrá šipka – CNC soustruh typu SP 30 CNC → kovárna
- Zelená šipka – kovárna → bruska SIP 315
- Hnědá šipka – bruska SIP 315 → kontrola výroby



Obrázek č. 34 – Materiálový tok čepu 053-24/55 24x55

Popis materiálového toku pouzdra rozpěrného 458.0.801.10.002 – spoj.půlrámu ř. 8

- Červená šipka - sklad materiálu → CNC soustruh typu SP 30 CNC
- Modrá šipka – CNC soustruh typu SP 30 CNC → frézka FGV 32
- Zelená šipka – frézka FGV 32 → kontrola výroby



Obrázek č. 35 – Materiálový tok pouzdra rozpěrného 458.0.801.10.002 – spoj.půlrámu ř. 8

2.7 Stroje SP 30 CNC (č. 1, č. 2)

2.7.1 Analýza obsluhy strojů č. 1 a č. 2

U těchto strojů byly zhotoveny snímky pracovního dne. Snímek pracovního dne by se dal popsat jako metoda nepřetržitého porovnání, zaznamenávání a hodnocení spotřeby času jednoho pracovníka během celé směny. Snímek se skládá ze tří etap. Vyhodnocením pracovního snímku dne jednotlivce zjistíme časové využití směny pracovníka.

1. **Příprava k pozorování** – řeší se zde cíl snímku, výběr pracovníka, určení období
2. **Pozorování, měření, zaznamenávání** – pozorovatel sleduje dělníka od začátku směny až do konce, zaznamenává činnosti do pozorovacího listu.
3. **Vyhodnocení** – vypočítáme z postupného času jednotlivý čas, sečteme činnosti do skutečné bilance spotřeby času směny.

Využití údajů snímku pracovního dne

- Zjištění skutečné bilance pracovního času směny
- Stanovení součinitele zaměstnanosti, počtu obsluhovaných strojů, jednotkové interference

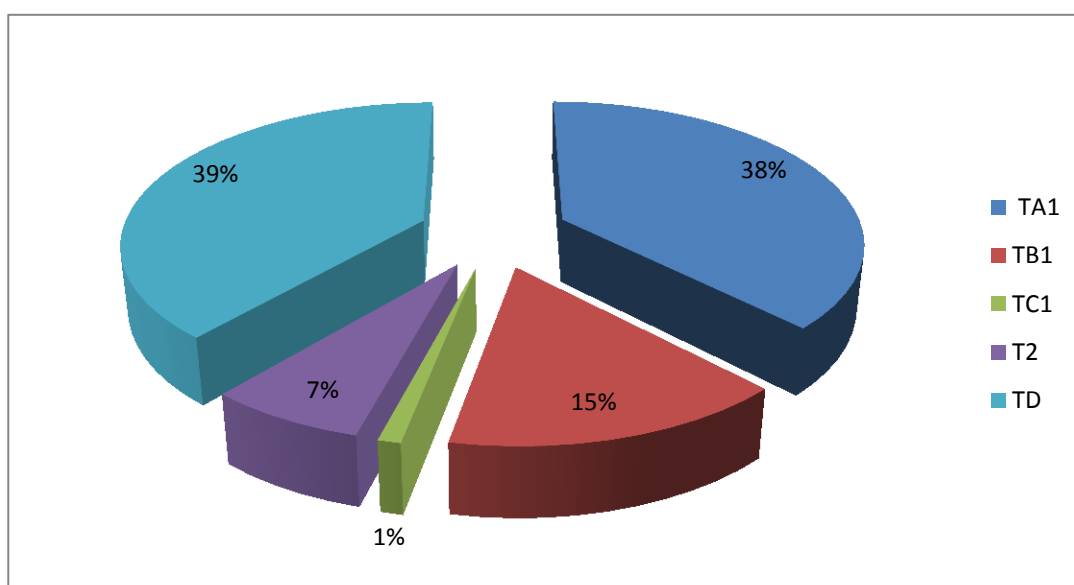
Závod	Pars nova a.s.			Pozorovací list stroje č. 1 pro jednostrojovou obsluhu				číslo krycího listu		1
Provoz	hala			PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE				číslo snímku		1
Dílna	obrobna			začátek pozorování	6:00	stáří pracovníka		zpracován na práci		
Datum	5.5.2015									
den týdne	úterý			konec pozorování	14:00	osobní číslo pracovníka		snímek provedl	Bc. Ondřej Neoral	
Směna	ranní									
poř. číslo	čas	čas		jméno pracovníka	Petr Macek	kvalifikační číslo		snímek vyhotovil	Bc. Ondřej Neoral	
	postup	jedn ot. hh: mm	symbol							času
1	6:00			Začátek směny						
2	6:03	3	t _{B1}	Nachystání měřidel						
3	6:06	3	t _{B1}	Nastavení stroje pro zpracování dávky A - 20 kusů						
4	6:09	3	t _{A12}	Výroba prvního kusu						
5	6:12	3	t _D	Rozhovor se spolupracovníkem						
6	6:50	38	t _{A12}	Nepřetržité oprac. 19 kusů						
7	7:03	13	t _{B1}	Nastavení stroje pro zpracování dávky B - 18 kusů						
8	7:06	3	t _{A12}	Výroba prvního kusu						
9	7:13	7	t _D	Odchod na pracoviště kontroly – stroj stojí						
10	7:21	8	t _{A12}	Výroba 4 kusů						
11	9:10	109	t _D	Stroj stojí – odchod pracovníka na jiné pracoviště (stihl i přirozenou potřebu)						
12	9:16	6	t _{A12}	Výroba 3 kusů						
13	9:34	18	t _{A12}	Výroba 9 kusů						
14	9:36	2	t _D	Rozhovor se spolupracovníkem						
15	9:45	9	t _{B1}	Obstarání pracovních podkladů						
16	9:47	2	t _{A12}	Výroba posledního kusu						
17	10:05	18	t _D	Sepsání programu						
18	10:15	10	t _{B1}	Seřízení stroje pro zpracování dávky C – 48 kusů						
19	10:49	34	t ₂₀₃	Přestávka na svačinu						
20	10:55	6	t _{A12}	Výroba 2 kusů						
21	11:10	15	t _D	úprava programu – 2 kusy nevyhovují						
22	11:39	29	t _{B1}	Seřízení stroje (výměna čelistí, upnutí a seřízení nástroje)						
23	11:42	3	t _{A12}	Výroba prvního kusu						
24	12:04	22	t _D	Odchod na pracoviště kontroly – stroj stojí						

25	12:06	2	t_{A12}	Výroba dalšího kusu	
26	13:38	92	t_{A12}	Nepřetržité zpracování 46 kusů	
27	13:45	7	t_{B1}	Úklid	
28	13:50	5	t_{C1}	Rozhovor s mistrem	
29	14:00	10	t_D	Předání pracoviště odpolední směně	

Tabulka č. 1 - Pozorovací list stroje č. 1 pro jednostranovou obsluhu

Označení času		Skutečná bilance pracovního času směny	
		v minutách	v %
Čas jednotkové práce	T_{A1}	181	37,7
Čas dávkové práce	T_{B1}	74	15,4
Čas směnové práce	T_{C1}	5	1,04
Čas práce	T_1	260	54,2
Čas na oddech	T_{201}	-	-
Čas na osobní potřeby	T_{202}	-	-
Čas na svačinu	T_{203}	34	7,08
Čas obecně nutných přestávek	T_2	34	7,08
Čas podmíněně nutných přestávek	T_3	-	-
Čas osobních ztrát	T_D	186	38,8
Čas technickoorganizačních ztrát	T_E	-	-
Čas ztrát celkem	T_Z	186	38,8
Čas směny	T	480	100

Tabulka č. 2 – Skutečná bilance spotřeby času směny



Graf č. 1 – Grafické vyjádření skutečné spotřeby času směny pracovního snímku dne stroje č. 1

Název ukazatele	Označení	Způsob výpočtu	Příklad výpočtu	Výsl. v %
Stupeň zaměstnanosti pracovníka	K ₁	$\frac{T_1 + T_2}{T} * 100$	$\frac{260 + 30}{480} * 100$	60,42
Podíl podmíněně nutných přestávek	K ₂	$\frac{T'_3}{T} * 100$	$\frac{0}{480} * 100$	-
Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem	K ₃	$\frac{T_D + (T'_2 - T_2)}{T} * 100$	$\frac{186 + (34 - 30)}{480} * 100$	39,58
Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko-organizačními ztrátami	K ₄	$\frac{T_E}{T} * 100$	$\frac{0}{480} * 100$	-
Podíl skutečné spotřeby úrazového času způsobené vyšší mocí	K ₅	$\frac{T_F}{T} * 100$	$\frac{0}{480} * 100$	-
Celkové procento možného zvýšení produktivity práce	K ₆	K ₃ + K ₄	39,58 + 0	39,58

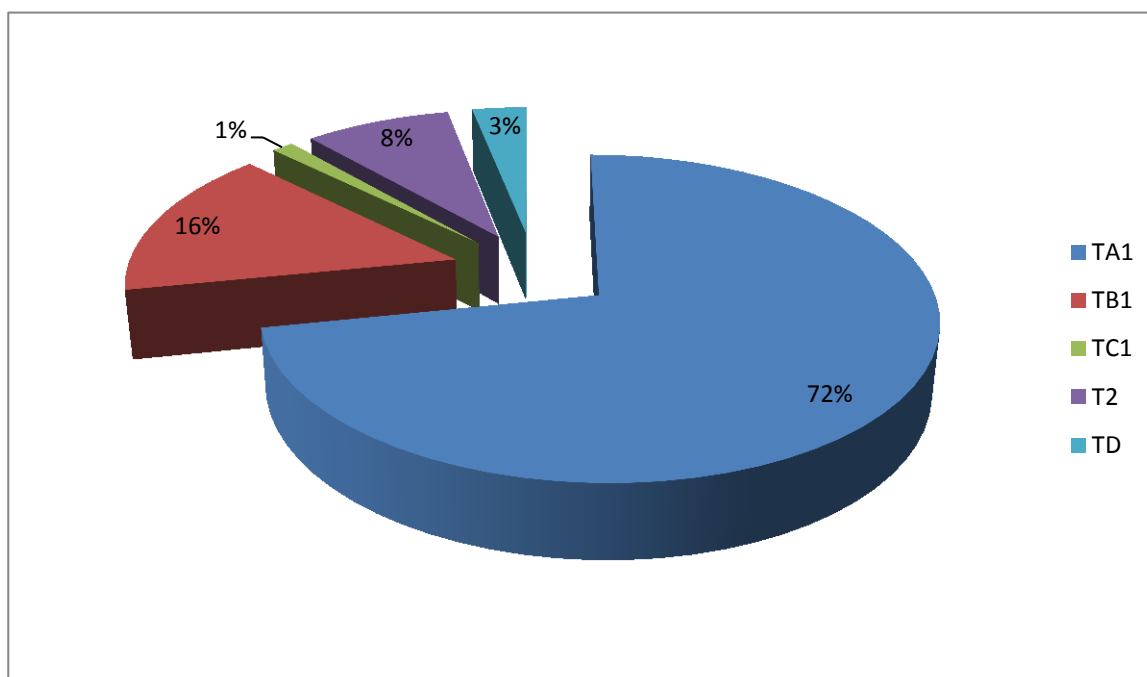
Tabulka č. 3 – Ukazatele skutečného využití času směn

závod	Pars nova a.s.		Pozorovací list stroje č. 2 pro jednostrojovou obsluhu				číslo krycího listu	1
provoz	hala		PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE				číslo snímku	1
dílna	obrobna		začátek pozorování	6:00	stáří pracovníka		zpracován na práci	
datum	5.5.2015							
den týdne	úterý		konec pozorování	14:00	osobní číslo pracovníka		snímek provedl	Bc. Ondřej Neoral
směna	ranní							
poř. číslo	čas	čas	symbol	jméno pracovníka	Michal Knápek	kvalifikační číslo	snímek vyhotovil	Bc. Ondřej Neoral
	postu p. hh:m m	jedn ot. hh: mm		čas			Poznámka	
1	6:00			Začátek směny				
2	6:03	3	t _{B1}	Nachystání měřidel				
3	6:09	6	t _{B1}	Čekání na přísun dávky „A“ - 8kusů				
4	6:15	6	t _{C1}	Rozhovor s mistrem				
5	6:35	20	t _{B1}	Nastavení stroje na dávku „A“				
6	6:40	5	t _D	Rozhovor se spolupracovníkem				
7	7:03	23	t _{A12}	Výroba prvního kusu				
8	9:21	138	t _{A12}	Nepřetržité oprac. 6 kusů				
9	9:44	23	t _{A12}	Výroba posledního kusu				
10	9:49	5	t _{B1}	Dolítí emulze				
11	10:15	26	t _{B1}	Čekání na přísun dávky „B“ – 8 kusů				
12	10:45	30	t ₂₀₃	Přestávka na svačinu				
13	11:08	23	t _{A12}	Výroba prvního kusu				
14	11:31	23	t _{A12}	Výroba druhého kusu				
15	11:37	6	t _{B1}	Výměna nástroje a jeho seřízení				
16	12:00	23	t _{A12}	Výroba třetího kusu				
17	12:10	10	t ₂₀₂	Přirozená potřeba				
18	12:33	23	t _{A12}	Výroba čtvrtého kusu				
19	12:56	23	t _{A12}	Výroba pátého kusu				
20	13:19	23	t _{A12}	Výroba šestého kusu				
21	13:42	23	t _{A12}	Výroba sedmého kusu				
22	13:50	8	t _{B1}	Úklid				
23	14:00	10	t _D	Předání pracoviště odpolední směně				

Tabulka č. 4 - Pozorovací list stroje č. 2 pro jednostrojovou obsluhu

Označení času		Skutečná bilance pracovního času směny	
		v minutách	v %
Čas jednotkové práce	T_{A1}	345	71,8
Čas dávkové práce	T_{B1}	74	15,42
Čas směnové práce	T_{C1}	6	1,25
Čas práce	T_1	425	88,5
Čas na oddech	T_{201}	-	-
Čas na osobní potřeby	T_{202}	10	2,08
Čas na svačinu	T_{203}	30	6,25
Čas obecně nutných přestávek	T_2	40	8,33
Čas podmíněně nutných přestávek	T_3	-	-
Čas osobních ztrát	T_D	15	3,13
Čas technickoorganizačních ztrát	T_E	-	-
Čas ztrát celkem	T_Z	15	3,13
Čas směny	T	480	100

Tabulka č. 5 – Skutečná bilance spotřeby času směny



Graf č. 2 – Grafické vyjádření skutečné spotřeby času směny pracovního snímku dne stroje č. 2

Název ukazatele	Označení	Způsob výpočtu	Příklad výpočtu	Výsl. v %
Stupeň zaměstnanosti pracovníka	K ₁	$\frac{T_1 + T_2}{T} * 100$	$\frac{425 + 30}{480} * 100$	94,79
Podíl podmíněně nutných přestávek	K ₂	$\frac{T'_3}{T} * 100$	$\frac{0}{480} * 100$	-
Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem	K ₃	$\frac{T_D + (T'_2 - T_2)}{T} * 100$	$\frac{15 + (40 - 30)}{480} * 100$	5,21
Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko-organizačními ztrátami	K ₄	$\frac{T_E}{T} * 100$	$\frac{0}{480} * 100$	-
Podíl skutečné spotřeby úrazového času způsobené vyšší mocí	K ₅	$\frac{T_F}{T} * 100$	$\frac{0}{480} * 100$	-
Celkové procento možného zvýšení produktivity práce	K ₆	K ₃ + K ₄	5,21 + 0	5,21

Tabulka č. 6 – Ukazatele skutečného využití času směny

3. HODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Současný stav podložený měřením říká, že produktivita není velká. Soustruhy jsou rozmístěny společně s vrtačkami ve spodní části obrobny, frézy v horní části obrobny a CNC soustruhy typu SP 30 CNC jsou v prostřední části obrobny společně s bruskami. Na obrobne už nějaké změny proběhly, ale jenom dílčí, které nevedly ke zvýšení produktivity. Doporučuji firmě provést důkladnější analýzu stávajících technologických postupů, popř. postupy další předpokládané výroby.

Na základě analýzy současného stavu bylo také zjištěno, že je více možností zvýšení produktivity. Ty jsou jednak, že dílna byla původně pravděpodobně naprojektována s technologickým rozmístěním strojů pro typickou kusovou výrobu. Postupnou likvidací a výměnou strojů podle potřeby výroby byly nové stroje umísťovány tam, kde se zrovna nacházelo volné místo. Z toho vyplývá, že nebyly brány v potaz některé ustálené postupy.

Z provedené analýzy měření a propočtů vyplývá možnost zavedení dvoustrojové obsluhy u soustruhů typu SP 30 CNC, což je dále předmětem řešení diplomové práce. Z analýzy taktéž vyplynulo nedostatečné využití převážné většiny strojů. Některé stroje jsou zastaralé a dle pozorování i málo využívané, proto by bylo možné tyto stroje vyřadit z provozu či zlikvidovat. Měření prokázalo, že nejsou plně využívány možnosti strojů a nástrojů při stanovení pracnosti. Pracnost není stanovována na základě normativů, ale podle zkušeností technologa. Obrobitelnost materiálu je taktéž volena podle praktických zkušeností. Není k dispozici normativ rozdělující materiály do skupin obrobitelnosti. Výrobní časy jsou zbytečně dlouhé, výrobky lze zhotovit za kratší čas, což vyplývá z měření.

4. NÁVRH ŘEŠENÍ PROBLÉMU

4.1 Vymezení práce

Společnost Pars nova a.s. mi zadala diplomovou práci na téma zvýšení produktivity na středisku obrobna s využitím více strojových obsluh při malé sériovosti. Hlavním problémem práce je zvýšení produktivity formou dvoustrojové obsluhy u soustruhů typu SP 30 CNC č. 1 a č. 2 bez navýšení směn se stávajícími pracovníky z důvodu nedostatku kvalifikovaných pracovníků. Vedlejším řešením pro zvýšení produktivity bylo navrhnout a umístit nové produktivnější stroje, skříňky a beden k jednotlivým strojům, sklad přípravků a materiálu, osobních skříněk a jídelního koutu.

4.2 Návrh řešení problému

Řešení problému je zaměřeno na CNC stroje typu SP 30 CNC č. 1 a č. 2. U těchto strojů je potřeba výpočty zjistit, zda lze zavést dvoustrojovou obsluhu. Pro stanovení počtu možných obsluhovaných strojů a zjištění jednotky interference je potřeba znát součinitele zaměstnanosti. Toho zjistíme ze vzorce viz. Obrázek č. 21, kde jsou do vzorce dosazovány časy jednotkové práce, časy jednotkové práce za klidu a chodu stroje, časy cyklu operace a strojní časy. Jednotka interference nám udává, jak velké bude riziko, že bude stroj čekat na obsluhu pracovníka. Pro výpočet součinitele zaměstnanosti byly vybrány ze sortimentu nejčastějších výrobků takové výrobky, které se týkají nejnižšího výrobního času, což jsou 3 min, zprůměrovaného výrobního času 9 min a nejdelšího výrobního času 23 min na soustruzích SP 30 CNC tedy č. 1 a č. 2. Dále byly v rámci řešení problému a zájmu firmy navrženy a popsány tři varianty pro zvýšení produktivity na středisku obrobna z projektového hlediska.

Stroje	Výrobní zakázka	Číslo operace	t_v (min)	Výskyt	Počet kusů
SP 30 CNC	VV 0054588	2	3	0,52	48
SP 30 CNC	VV 0056159	2	23	0,32	15
SP 30 CNC	VV0055160	2	9	0,70	48

Tabulka č. 7 – Údaje z pozorování

Součinitel zaměstnanosti S_z

$$S_z = \frac{t_{A11} + t_{A12}}{T_{A11} + t_s} = \frac{t_{A1}}{t_{CO}}$$

t_s – strojní čas

t_{A11} – čas jednotkové práce za klidu stroje

T_{A1} – čas jednotkové práce

t_{CO} – čas cyklu operace

t_{a1} – čas jednotkové práce za chodu stroje

- **Výpočet součinitele zaměstnanosti S_z pro výrobky s $t_v = 3$ min**

Soustruh č. 1 - VV 0054588	t_{a11}	t_{a12}	t_s			
upínání	0:00:25					
strojní zpracování			0:02:15			
odepínání	0:00:20					
měření, uložení		0:00:59		t_{a1}	t_{co}	S_z
celkem	0:00:45	0:00:59	0:02:15	0:01:44	0:03:00	0,48

Tabulka č. 8 – Výpočet součinitele zaměstnanosti

- **Stanovení počtu obsluhovaných strojů pro výrobky s $t_v = 3$ min**

$$m = \frac{1}{S_z} = \frac{1}{0,48} = 2,08 \rightarrow 2$$

S_z – součinitel zaměstnanosti

m – počet současně obsluhovaných strojů

- **Jednotkové interference pro výrobky s $t_v = 3$ min**

Součinitel zaměstnanosti pro výrobky s $t_v = 3$ min vyšel **0,48**. Z tabulky č. 11 zjistíme podle vypočteného součinitele zaměstnanosti jednotkovou interferenci, která je **1,230**.

- Výpočet součinitele zaměstnanosti pro výrobky s $t_v = 9$ min

Soustruh č. 1 - VV 0054588	t_{a11}	t_{a12}	t_s			
upínání	0:00:17					
strojní zpracování			0:08:00			
odepínání		0:00:13				
měření, uložení	0:00:30			t_{a1}	t_{co}	S_z
celkem	0:00:47	0:00:13	0:08:00	0:01:00	0:09:00	0,11

Tabulka č. 9 – Výpočet součinitele zaměstnanosti

- Stanovení počtu obsluhovaných strojů pro výrobky s $t_v = 9$ min

$$m = \frac{1}{S_z} = \frac{1}{0,11} = 9,09 \rightarrow 9$$

S_z – součinitel zaměstnanosti

m – počet současně obsluhovaných strojů

- Jednotkové interference pro výrobky s $t_v = 9$ min

Součinitel zaměstnanosti pro výrobky s $t_v = 9$ min vyšel **0,11**. Z tabulky č. 11 zjistíme podle vypočteného součinitele zaměstnanosti jednotkovou interferenci, která je **1,010**.

- Výpočet součinitele zaměstnanosti pro výrobky s $t_v = 23$ min

Soustruh č. 1 - VV 0054588	t_{a11}	t_{a12}	t_s			
upínání jeřábem	0:00:16					
strojní zpracování			0:22:00			
měření		0:00:30				
odepínání, uložení	0:00:14			t_{a1}	t_{co}	S_z
celkem	0:00:30	0:00:30	0:22:00	0:01:00	0:23:00	0,07

Tabulka č. 10 – Výpočet součinitele zaměstnanosti

- **Stanovení počtu obsluhovaných strojů pro výrobky s $t_v = 23$ min**

$$m = \frac{1}{S_z} = \frac{1}{0,07} = 14,28 \rightarrow 14$$

S_z – součinitel zaměstnanosti

m – počet současně obsluhovaných strojů

- **Jednotkové interference pro výrobky s $t_v = 23$ min**

Součinitel zaměstnanosti pro výrobky s $t_v = 23$ min vyšel **0,07**. Z tabulky č. 11 zjistíme podle vypočteného součinitele zaměstnanosti jednotkovou interferenci, která je **1,002**.

Stroje	Výrobní zakázka	t_v (min)	Počet obsluhovaných strojů	S_z	Jednotková interference
SP 30 CNC	VV 0054588	3	2	0,48	1,230
SP 30 CNC	VV0055160	9	9	0,11	1,010
SP 30 CNC	VV 0056159	23	14	0,07	1,002

Tabulka č. 11 – Přehled výsledků

Sz	Počet strojů								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,03	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,06	1,002	1,005	1,008	1,010	1,014	1,022	1,024	1,044	1,060
0,08	1,004	1,011	1,020	1,025	1,038	1,050	1,056	1,098	1,130
0,10	1,010	1,020	1,032	1,050	1,068	1,092	1,112	1,170	1,200
0,12	1,014	1,029	1,044	1,075	1,110	1,148	1,184	1,260	1,300
0,14	1,022	1,044	1,072	1,110	1,152	1,211	1,280	1,350	1,430
0,16	1,028	1,059	1,100	1,150	1,206	1,295	1,392	1,494	1,600
0,18	1,034	1,074	1,132	1,195	1,278	1,386	1,512	1,674	1,800
0,20	1,040	1,089	1,164	1,250	1,356	1,491	1,712	1,809	2,000
0,22	1,048	1,110	1,200	1,305	1,440	1,610	1,792	1,980	
0,24	1,056	1,140	1,240	1,370	1,536	1,722	1,944	2,160	
0,26	1,064	1,170	1,280	1,440	1,632	1,855	2,120	2,367	
0,28	1,078	1,186	1,330	1,514	1,734	1,982	2,248		
0,30	1,090	1,215	1,381	1,592	1,840	2,115	2,405		
0,32	1,102	1,245	1,436	1,685	1,950	2,250	2,563		
0,34	1,116	1,281	1,472	1,769	2,062	2,387			
0,36	1,130	1,312	1,553	1,847	2,176	2,525			
0,38	1,144	1,366	1,616	1,937	2,292	2,663			
0,40	1,160	1,380	1,681	2,029	2,409	2,802			
0,42	1,176	1,426	1,747	2,122	2,526				
0,44	1,194	1,467	1,816	2,217	2,644				
0,46	1,212	1,510	1,886	2,313	2,763				
0,48	1,230	1,554	1,958	2,410	2,882				
0,50	1,250	1,600	2,031	2,508	3,002				

Tabulka č. 12 – Koeficienty jednotkové interference ktA6 při obsluze jedním pracovníkem

4.3 Podklady pro výběr navrhovaných strojů, skladu, skříněk a jídelního koutu

4.3.1 CNC frézovací centrum

- **Cíl, účel a přínos**
 - návrh nového CNC frézovacího centra, nahrazení konvenční frézky č. 31
 - zvýšení produktivity
- **Popis a charakteristika**
 - Počítačem řízené obráběcí centrum, které bude splňovat tyto technické parametry: CNC řízení, rozměry stolu: 700x400 mm.
- **Rozpočet úplných nákladů**
 - dle technické specifikace, které byly zaslány možným dodavatelům, byly zjištěny tyto pořizovací ceny:

Dodavatel	Druh stroje	Cena
Atol	AXH 716B	2 240 000,-
DOOSAN	DNM 400 a	2 075 000,-
Machinegroup	VMC-850	2 170 000,-

Tabulka č. 13 – Pořizovací ceny strojů

K pořizovací ceně je nutné přičíst cenu za přípravné práce (betonová podlaha, přívod elektřiny a jističe), která činí cca 30 000,- Kč. Plánovaná částka po sečtení a zprůměrování cen strojů je cca 2 192 000,- Kč.

- **Financování**
 - Financování by mělo probíhat z vlastních zdrojů a postup financování bude záležet na smlouvě s dodavatelem.
- **Ekologické dopady**
 - Z hlediska ekologie nepřináší investice negativní dopady a není třeba žádných speciálních povolení.
- **Způsob a podmínky výběru dodavatele**
 - Dle technické specifikace byli vybráni tito dodavatelé a stroje
 - Prozatím se jeví jako nejvýhodnější DOOSAN s typem stroje DMN 400a.

Dodavatel	Druh stroje	Velikost stroje (d, v, š)	Rozměry stolu (mm)	Doba dodání (měsíc)	Cena (Kč)
Atol	AXH 716B	2920,2930,2530	1300x600	3	2 240 000,-
DOOSAN	DNM 400 a	2042,2800,2450	790x435	2	2 075 000,-
Machinegroup	VMC-850	2350,2940,2480	1000x500	2,5	2 170 000,-

Tabulka č. 14 – Technické specifikace vybraných strojů

4.3.2 CNC soustruh

- **Cíl, účel a přínos**

- návrh nového CNC soustruhu, zvýšení produktivity
- Na stroji se bude vyrábět závit na pružinovém vřetení. Pružinové vřeteno váží od 25 do 45 kg. V současné době se obrábí na stroji č. 2. Stroj č. 2 na takové zatížení není přizpůsoben a dostává zabrat.

- **Popis a charakteristika**

- počítačem řízený soustruh, který bude splňovat tyto technické parametry: CNC řízení, max. délka soustružení 1500 mm, max. průměr soustružení 500 mm

- **Rozpočet úplných nákladů**

- dle technické specifikace, které byly zaslány možným dodavatelům, byly zjištěny tyto pořizovací ceny:

Dodavatel	Druh stroje	Cena
CNC INTERSERVICE ZLÍN spol. s.r.o	SPT 32 CNC	6 750 000,-
DOOSAN	PUMA 5000 LYA	6 500 000,-
Machinegroup	ST-70C	6 650 000,-

Tabulka č. 15 – Pořizovací ceny strojů

K pořizovací ceně je nutné přičíst cenu za přípravné práce (betonová podlaha, přívod elektřiny a jističe), která činí cca 30 000,- Kč. Plánovaná částka po sečtení a zprůměrování cen strojů je cca 9 135 000,- Kč.

- **Financování**

- Financování by mělo probíhat z vlastních zdrojů a postup financování bude záležet na smlouvě s dodavatelem.

- **Ekologické dopady**

- Z hlediska ekologie nepřináší investice negativní dopady a není třeba žádných speciálních povolení.

- **Způsob a podmínky výběru dodavatele**

- Dle technické specifikace byli vybráni tyto dodavatelé a stroje:
- Prozatím se jeví jako nejvýhodnější DOOSAN s typem stroje PUMA 5000 LYA.

Dodavatel	Druh stroje	Velikost stroje (d, v, š)	Max. délka, max. průměr soustružení (mm)	Doba dodání (měsíc)	Cena (Kč)
CNC INTERSERVICE ZLÍN spol. s r.o	SPT 32 CNC	7600,2700, 2100	1500,520	2,5	6 750 000,-
DOOSAN	PUMA 5000LYA	4500,2750, 2400	2000,550	2	6 500 000,-
Machinegroup	ST-70C	4305,2770, 2560	1600,540	3	6 650 000,-

Tabulka č. 16 – Technické specifikace vybraných strojů

4.3.3 Soustruh pro těžké hrubování

- **Cíl, účel a přínos**
 - návrh nového CNC soustruhu
 - nahrazení nevyužívaného stroje, zvýšení produktivity
- **Popis a charakteristika**
 - Počítačem řízené obráběcí soustruh, který bude splňovat tyto technické parametry: CNC řízení, stroj přizpůsoben pro těžké hrubování výkovků vlakové nápravy
- **Rozpočet úplných nákladů**
 - dle technické specifikace, které byly zaslány možným dodavatelům, byly zjištěny tyto pořizovací ceny:

Dodavatel	Druh stroje	Cena
M-MOOS s.r.o	LJC - 1000	8 550 000,-
M-MOOS s.r.o	SU 100M CNC	8 700 000,-
DOOSAN	PUMA 700 L	8 300 000,-

Tabulka č. 17 – Pořizovací ceny strojů

K pořizovací ceně je nutné přičíst cenu za přípravné práce (betonová podlaha, přívod elektřiny a jističe), která činí cca 30 000,- Kč. Plánovaná částka po sečtení a zprůměrování cen strojů je cca 8 550 000,- Kč.

- **Financování**
 - Financování by mělo probíhat z vlastních zdrojů a postup financování bude záležet na smlouvě s dodavatelem.
- **Ekologické dopady**
 - Z hlediska ekologie nepřináší investice negativní dopady a není třeba žádných speciálních povolení.
- **Způsob a podmínky výběru dodavatele**
 - Dle technické specifikace byli vybráni tito dodavatelé a stroje
 - Prozatím se jeví jako nejvýhodnější DOOSAN s typem stroje PUMA 700 L

Dodavatel	Druh stroje	Velikost stroje (d, v, š)	Max. délka obrobku (mm)	Doba dodání (měsíc)	Cena (Kč)
M-MOOS s.r.o	LJC - 1000	6500,2100, 2300	1250-4000	2,5	8 550 000,-
M-MOOS s.r.o	SU 100M CNC	7000,2300, 2500	1500-5000	3	8 700 000,-
DOOSAN	PUMA 700 L	6800,2200, 2400	1600-3200	2	8 300 000,-

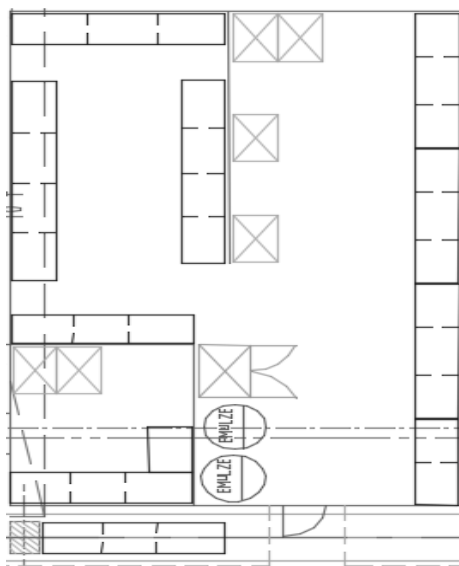
Tabulka č. 18 – Technické specifikace vybraných strojů

4.3.4 Sklad materiálu a přípravků

Na obrázku č. 36 můžeme vidět současný stav skladu materiálu. Ve skladu materiálu se nachází odjehlovací pracoviště. V nově navržených variantách je pracoviště přemístěno na místo, kde se ukládaly rozpracované nápravy, to je do dolní části obrobny viz. Obrázek č. 42, přesněji pracoviště č. 7. Prostor pro rozpracované nápravy je označen jako č. 36. Přemístěním odjehlovacího pracoviště získáme prostor pro rozdělení skladu materiálu na dvě části. Jedna část bude sloužit jako sklad materiálu a druhá část jako sklad přípravků. Rozmístění regálů a kovových beden viz. Obrázek č. 42 pracoviště č. 35 a č. 40.



Obrázek č. 36 – Současný stav skladu materiálu



Obrázek č. 37 – Návrh skladu materiálu a přípravků

4.3.5 Skřínky a bedny k jednotlivým strojům

Ke každému stroji byla přiřazená jedna skříňka viz. Obrázek č. 38 a dvě kovové bedny viz. Obrázek č. 39.

Popis skřínky

- rozměry 705 x 736 x 1019 mm
- zatížitelnost 100 kg
- cena 399 EUR
- výrobce: Německá firma Betrieb und Lager Gbr



Obrázek č. 38 – Skříňka k jednotlivým strojům [20]

Popis kovových beden MARS

- rozměr 800x600x600 mm
- udávaná váha je cca 40 kg.
- vysoce odolné a velmi dobře stohovatelné
- výrobce: HERUS, s.r.o.



Obrázek č. 39 – Kovová bedna MARS k jednotlivým strojům [21]

4.3.6 Osobní skříňky

Jestliže bereme v potaz, že u každého stroje bude pracovat dělník, bude potřeba 37 skříněk. Pro pracovníka by byla celá skříňka zbytečně velká, bude si do ní ukládat jen pití, svačinu, čipovou kartu či např. mýdlo a ručník. Navrhovaná skříňka má 20 boxů. Je vyrobena z ocelového plechu s vysoce kvalitním smaltem. Jestliže na každého pracovníka připadne jeden box, budou stačit 4 takové skřínky. Cena skřínky se pohybuje kolem 539 EUR.

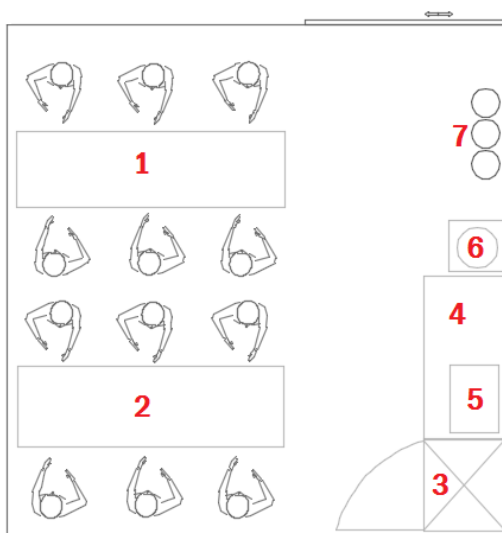


Obrázek č. 40 – Skřínky pro osobní věci [22]

4.3.7 Jídelní kout

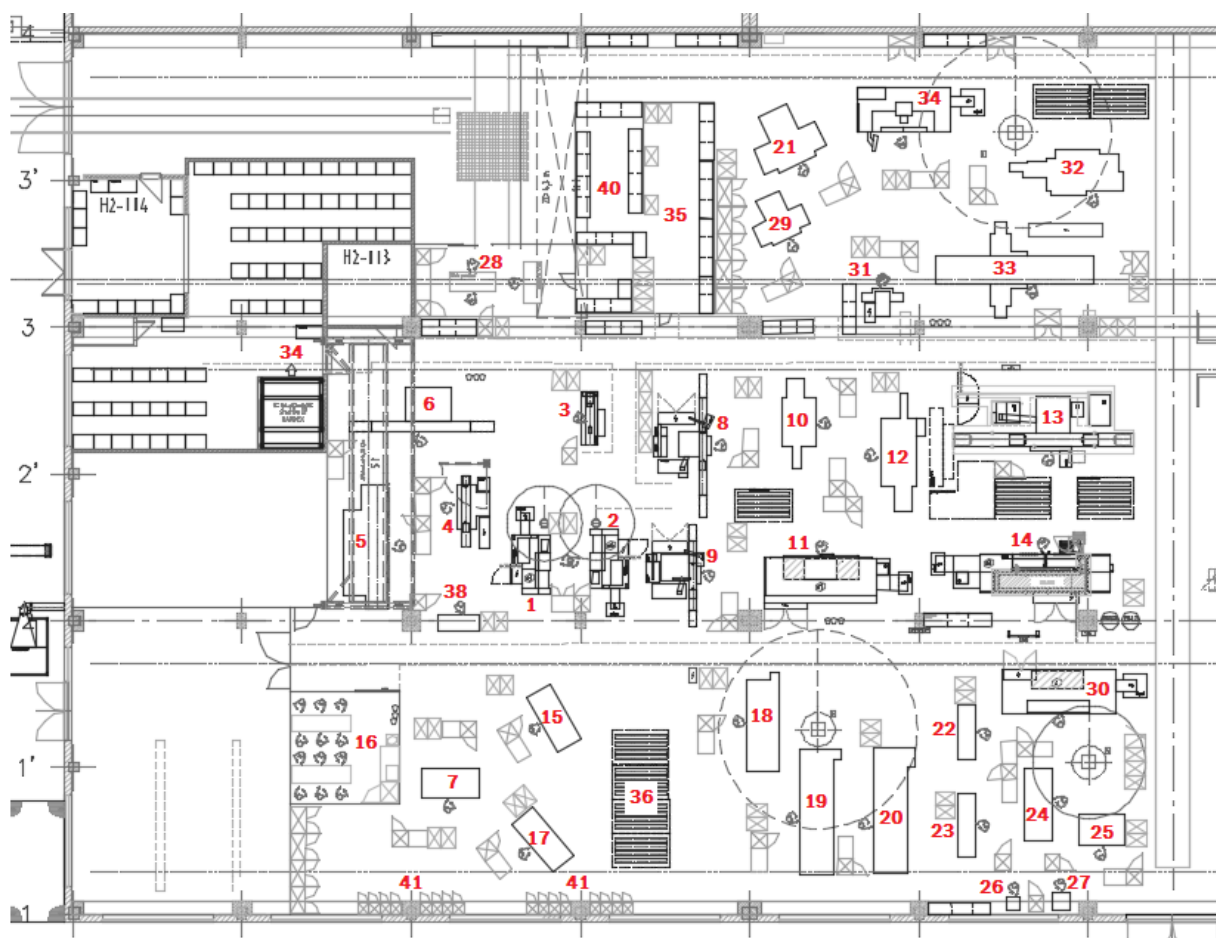
Jídelní kout byl navrhnout místo nepoužívané frézky BKoE 530 č. 16. V jídelním koutě jsou rozmístěny:

- 2 stoly s 9 kovovými židlemi s nosností do 150 kg (1,2)
- Lednička (3)
- Místo pro odkládání věcí (4)
- Mikrovlnka (5)
- Sifón (6)
- Odpadkové koše pro plasty, papír a smíšený odpad



Obrázek č. 41 – Návrh jídelního koutu

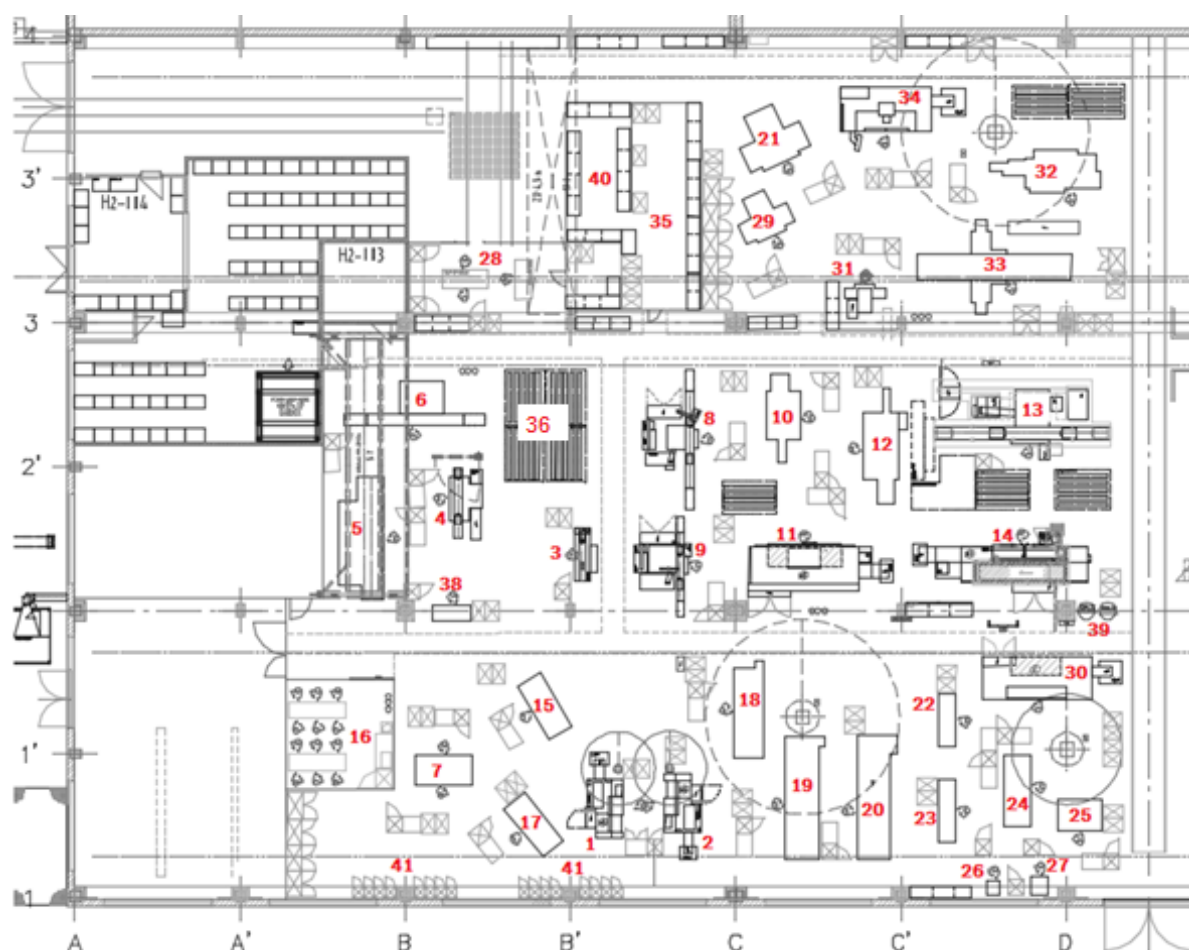
4.4 Varianta č. 1



Obrázek č. 42 – Návrh řešení varianta č. 1

Prvotním řešením bylo zjistit, je-li možné zavést dvoustrojovou obsluhu na strojích č. 1 a č. 2 (soustruhy SP 30 CNC). To, že dvoustrojovou obsluhu lze zavést na těchto strojích se potvrdilo výpočty uvedenými výše. Stroje č. 1 a č. 2 byly tedy rozmístěny naproti sobě tak, aby byla i po prostorovém stránce zajištěna dvoustrojová obsluha. Je potřeba se zmínit, že konvenční soustruh č. 3, na kterém se provádí výroba pouzder, čepů a operace jako je sražení hran po upichování musel být přemístěn na místo CNC stroje č. 2. Práci na konvenčním soustruhu č. 3 by eventuálně mohli provádět pracovníci na strojích č. 1 a č. 2. Takže by stroj mohl být vyřazen mimo provoz. Další zmínka je, že přemístěním stroje č. 2 naproti stroji č. 1 nám zanikne ulička pro dopravu materiálu, což znamená delší trasu přepravy materiálu ke strojům do spodní části obrobny. Což se nejvíce efektivně z pohledu technologického postupu většiny výrobků. V rámci dalšího řešení a zájmu firmy byly navrženy a umístěny nové CNC stroje, které mají podstatně vyšší produktivitu. V podkladech pro výběr nově navrhovaných strojů byly porovnány a vybrány jednotlivé stroje od firem, které se jeví jako nejvýhodnější. První navrhovaný stroj frézovací centrum DNM 400a od firmy DOOSAN č. 34 bylo umístěno v horní rohu viz. Obrázek č. 42. Před umístěním stroje se musí provést přípravné práce (betonová podlaha, přívod elektřiny a jističe), která činí cca 30 000,- Kč. Frézovací centrum nahradí konvenční frézku č. 31. Na stroji se bude vyrábět široký sortiment výrobků, jako jsou šestihrany, drážky, apod. Výrobky z tohoto stroje pokračují většinou na montáž nebo na soustruh, kde se budou soustružit závity. Další navrhovaný stroj CNC soustruh PUMA 5000 LYA č. 30 od firmy DOOSAN byl umístěn v dolní části viz. Obrázek č. 42. Na stroji se budou obrábět pružinové vřetena, pouzdra, čepy. Výrobky z tohoto stroje budou pokračovat rovnou na montáž. Posledním navrhovaným strojem byl CNC soustruh typu PUMA 700 L č. 11 od firmy DOOSAN pro těžké hrubování, který byl umístěn na místo stroje, kvůli kterému je vedeno soudní řízení a má nulové využití. Na stroji se budou obrábět vlakové nápravy, které se budou ještě brousit nebo budou pokračovat přímo na lisovnu, kde se vyrábí dvojkolí. Přemístěním odjehlovacího pracoviště č. 7 ze skladu materiálu do dolní části obrobny získáme prostor pro rozdělení skladu materiálu na sklad materiálu č. 35 a sklad přípravků č. 40 a zároveň zkrátíme trasu přepravy materiálu. Obrázek č. 42 také poukazuje na rozmístění nových skříněk a kovových beden k jednotlivým strojům, skříněk pro osobní věci č. 41 a umístění jídelního koutu č. 16. Podrobnější popis všech navrhovaných věcí je v kapitole 4.2 Podklady pro výběr nově navrhovaných strojů, skladu materiálu a přípravků, skříněk pro osobní věci a jídelního koutu.

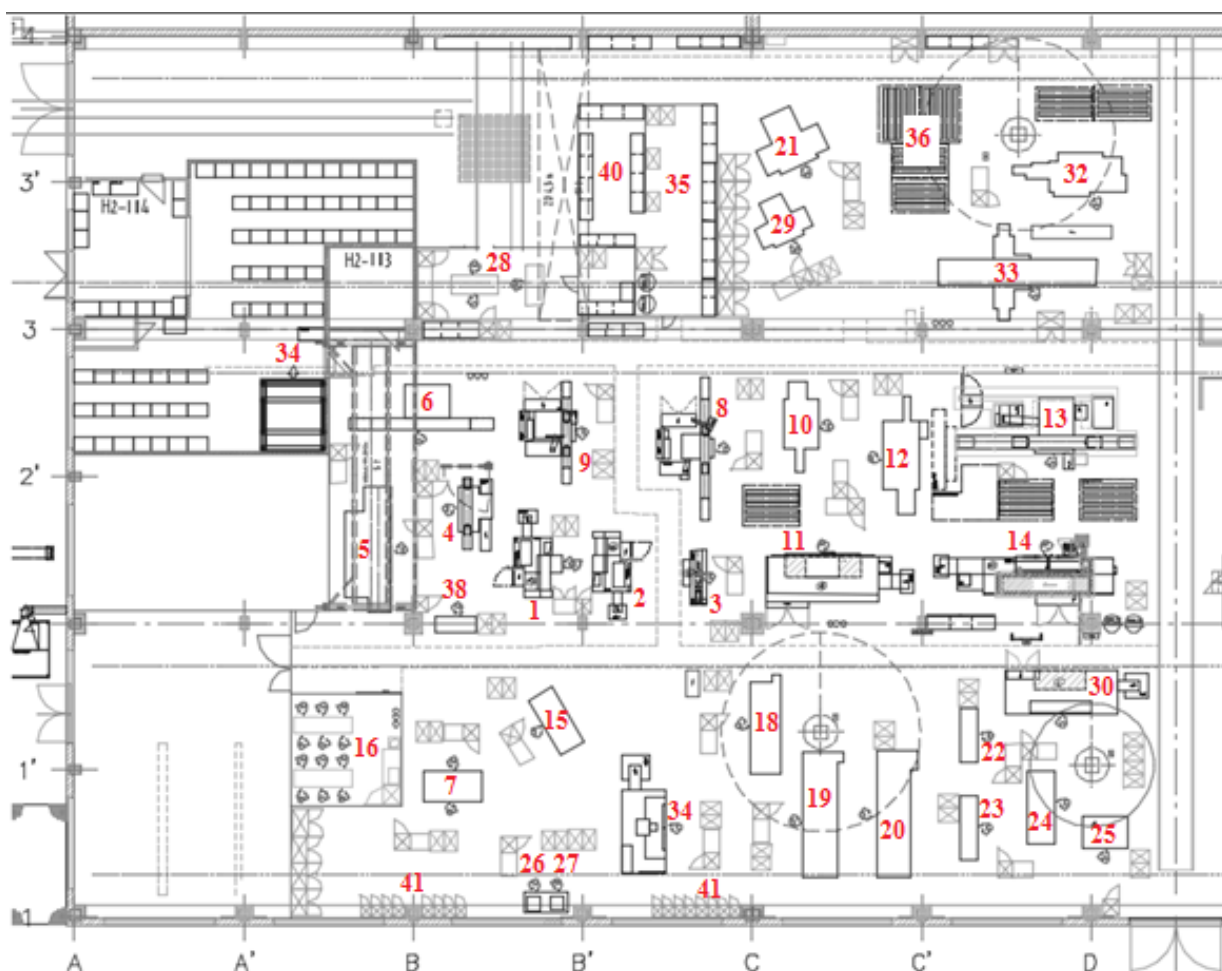
4.5 Varianta č. 2



Obrázek č. 43 – Návrh řešení varianta č. 2

Druhá varianta je podobná variantě č. 1. Liší pouze v umístění CNC strojů č. 1 a č. 2, u kterých má být zavedena dvoustrojová obsluha. Stroj č. 3 konvenční soustruh, na kterém pracovníci sráží hrany po upichování, apod. nemusel být přemístěn, tak jako stroj č. 9, kterým je bruska. Stroj č. 1 a stroj č. 2 byly umístěny v dolní části obrobny viz. Obrázek č. 43. Na místě kde by měly stát stroje pro dvoustrojovou obsluhu je potřeba počítat s cenou za přípravné práce (betonová podlaha, přívod elektřiny a jističe). Prostor pro rozpracované vlakové nápravy č. 36 je přemístěn do prostřední části obrobny viz. Obrázek č. 43.

4.6 Varianta č. 3



Obrázek č. 44 – Návrh řešení varianta č. 3

Varianta č. 3 se jeví i přes přemísťování strojů jako nejefektivnější řešení problému zvýšení produktivity práce. Dvoustrojová obsluha jak už bylo řečeno, se týká CNC strojů typu SP 30 CNC č. 1 a č. 2. Na obrázku č. 44 jde vidět, že se strojem č. 1 se nemuselo hýbat. Stroj č. 2 byl umístěn naproti stroji č. 1. Tím byl získán prostor pro přemístění brusky č. 9 na místo stroje č. 2 a zároveň místo brusky byl umístěn konvenční soustruh č. 3. Takovým rozmístěním strojů nám nezanikne ulička pro dopravu materiálu, což se jeví jako efektivnější oproti variantě č. 1. Než se ale frézovací centrum DMN 400 a vrtačky č. 26 a č. 27 usadí na místo, musí se provést přípravné práce. Pořád je, ale efektivní z hlediska materiálového toku většiny výrobků navrhnout stroj do spodní části obrobny viz. Obrázek č. 44 společně s vrtačkami č. 26 a č. 27. Zkrátí se tím čas přepravy materiálu mezi jednotlivými operace. Rozmístění strojů č. 30 a č. 11, skladu přípravků č. 40 a materiálu č. 35, jídelního koutu č. 16 je stejné jako u předchozích variant.

5. CELKOVÉ ZHODNOCENÍ PRÁCE

Zvyšování produktivity spočívá v zavedení dvoustrojové obsluhy a návrhu zařazení nových strojů. Z tabulky č. 11 vyplývá, že nejvhodnější je zavést dvoustrojovou obsluhu pro takové výrobky, které mají nejdelší operační cyklus a jednotková interference stoje je co nejnižší. Při zavedení dvoustrojové obsluhy se zvýší produktivita o dvojnásobek. Ušetří se jeden pracovník, který si v průměru ročně vydělá 250 000,- Kč. Také zkrácením výrobních časů došlo k jistému zvýšení produktivity.

Dalším krokem ke zvýšení produktivity je rozšíření strojového parku o nové CNC stroje, které mají podstatně vyšší produktivitu než současné stroje. Součástí nového návrhu řešení pro zvýšení produktivity bylo také navržení skříněk a kovových beden k jednotlivým strojům, skříněk pro osobní věci z hygienických důvodů a navržení jídelního koutu. Docílit zvýšení produktivity na středisku obrobny lze i zavedením některého ze systému podporující růst produktivity uváděných v teoretické části práce.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo provést zvýšení produktivity na středisku obrobna zavedením dvoustrojové obsluhy na CNC strojích typu SP 30 CNC. Druhotným cílem byl v rámci zvyšování produktivity a zájmu firmy návrh nových CNC strojů, skříněk a kovových beden k jednotlivým strojům, skříněk pro osobní věci a jídelního koutu. V teoretické části práce byly popsány z literární rešerše z dostupných zdrojů poznatky z oblasti produktivity práce, plýtvání, zvyšování produktivity, metod a systémů podporující růst produktivity a poznatky ohledně vícestrojové obsluhy.

Pro zhodnocení současného stavu byla provedena analýza obsluhy strojů SP 30 CNC pomocí přímého pozorování přesněji snímku pracovního dne jednotlivce. Ze snímků pracovního dne u těchto strojů bylo zjištěno pro jednostrojovou obsluhu časové využití směny a celkové procento možného zvýšení produktivity. Dále byl vybrán sortiment nejčastější výrobků a pro jednotlivé výrobky byly zhotoveny obrázky z materiálovým tokem. To je důležité z pohledu návaznosti technologického postupu při umístění nových CNC strojů a celkové reorganizace obrobny.

V další části práce byly pro dvoustrojovou obsluhu ze sortimentu nejčastějších výrobků vybrány výrobky s nejkratším, zprůměrovaným a nejdelším výrobním časem. Pro tyto výrobky byl na základě výpočtů spočítán součinitel zaměstnanosti, počet možných obsluhovaných strojů a zjištěna jednotková interference stroje. Z výsledků vyplývá, že dvoustrojová obsluha bude mít nejefektivnější využití, když se na strojích budou vyrábět součásti s nejdelším výrobním časem.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Historie produktivity* [online]. 2013 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Produktivita#cite_note-7
- [2] *Historie - Pars nova a.s* [online]. 1994 [cit. 2015-07-11]. Dostupné z: <http://www.parsnova.cz/o-spolecnosti/historie>
- [3] Je podnik skutečně produktivní?. *Je podnik skutečně produktivní?*. 2013, č. 1. Dostupné z: <http://www.finarea.cz/clanek/39-je-podnik-skutecne-produktivni>
- [5] *Produktivita* [online]. 2007 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/produktivita>
- [4] *Základy pro porozumění tržní ekonomice*. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského Praha, 2001. ISBN 80-7048-040-8.
- [6] *Produktivita* [online]. 2013 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Produktivita#Produktivita_pr.C3.A1ce
- [7] Produktivita práce jako jeden z faktorů konkurenceschopnosti podniku. *Produktivita práce*. 2015, č. 1. Dostupné z: <http://www.antiskola.eu/hu/beszamolo-beszamolok-puskak/19361-produktivita-prace-jako-jeden-z-faktorů-konkurenceschopnosti-podniku/download/print?id=24214>
- [8] Produktivita práce a kapitálu a jejich faktory, politika nabídkové strany. In: *Wikipedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: http://www.ius-wiki.eu/tnh/pfuk/tnh/zkouska/otazka-69#produktivita_prace
- [9] *Plytvání* [online]. 2005-2015 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>
- [10] 5S, 6S, nebo dokonce 7S. *Svět produktivity*. 2012, č. 2. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/>
- [11] *Metoda 5S* [online]. 2005 - 2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68391.5s/>

- [12] *Metoda TPM* [online]. 2005 - 2015 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68404.tpm/>
- [13] *Poka - Yoke* [online]. 2005 - 2015 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68410.poka-yoke/>
- [14] *Optimalizace pracoviště* [online]. 2005 - 2015 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68401.optimalizace-pracoviste/>
- [15] *Metoda LCIA* [online]. 2007 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/lcia>
- [16] *Metoda Just in time - Toyota Production System* [online]. 2005 - 2015 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68250.toyota-production-system/>
- [17] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Vyd. 1. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Lidské zdroje. ISBN 80-868-5138-9.
- [19] PAVELKA, Marcel, 2009. Časové studie - nástroj průmyslového inženýrství. *API: Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>
- [20] *Schubladenschrank Tiefe 736 mm* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.betrieb-und-lager.de/schubladenschraenke-schubladenschrank-standschrack/schubladenschrank-9.php>
- [21] *Kovové bedny Mars* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.epalety.cz/wp-content/uploads/plechova-bedna-mars-mala-03.jpg>
- [22] *Fächerschränke mit 5 Türen übereinander* [online]. 2015 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.schaefer-shop.de/p/faecherschraenke-5-tueren-uebereinander>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Číslo obrázku	Název	Zdroj
Obrázek č. 1	Výpočet produktivity	[4]
Obrázek č. 2	Schéma produktivity	[5]
Obrázek č. 3	Čekání	[9]
Obrázek č. 4	Zásoba	[9]
Obrázek č. 5	Nadprodukce	[9]
Obrázek č. 6	Zbytečný pohyb	[9]
Obrázek č. 7	Zmetky	[9]
Obrázek č. 8	Přeprava	[9]
Obrázek č. 9	Nadbytečná práce	[9]
Obrázek č. 10	Nevyužité schopnosti pracovníků	[9]
Obrázek č. 11	Výpočet produktivity práce	[4]
Obrázek č. 12	Cyklus zvyšování produktivity	[3]
Obrázek č. 13	Schéma metody 5S	[11]
Obrázek č. 14	Kartička 5S	[11]
Obrázek č. 15	Vizualizace skladovaných zásob	[11]
Obrázek č. 16	8 základních pilířů metody TPM	[12]
Obrázek č. 17	Příklady zjištění neshod	[13]
Obrázek č. 18	Optimalizace pracoviště	[14]
Obrázek č. 19	Principy LCIA pro montáž	[15]
Obrázek č. 20	Just in Time (Toyota production system)	[16]
Obrázek č. 21	Výpočet součinitele zaměstnanosti	[17]
Obrázek č. 22	Orientační plán Pars nova a.s.	
Obrázek č. 23	Trasa přepravy nařezaného materiálu do skladu materiálu	
Obrázek č. 24	Středisko obrobna	
Obrázek č. 25	Rozmístění strojů SP 30 CNC	
Obrázek č. 26	Soustruh SP 30 CNC	
Obrázek č. 27	Materiálový tok čepu č.v.19-18-4-0092/6	
Obrázek č. 28	Materiálový tok čepu podle vzorku – 24 x 162 x M200 č.v. 85-18-3-0059/5	
Obrázek č. 29	Materiálový tok šroubu 85-45-4-0196 – vany převodu ř. 460	
Obrázek č. 30	Materiálový tok táhla s pružným uložením č.v.58.114-04.028/2/6 b	
Obrázek č. 31	Materiálový tok čepu 18-18-4-0430	
Obrázek č. 32	Materiálový tok matice vodítka pružiny č.v.58.095-04.002/5/5	
Obrázek č. 33	Materiálový tok pouzdra 51,5 x 40,5 x 16	
Obrázek č. 34	Materiálový tok čepu 053-24/55 24x55	
Obrázek č. 35	Materiálový tok pouzdra rozpěrného 458.0.801.10.002 – spoj.půlrámu ř. 8	
Obrázek č. 36	Současný stav skladu materiálu	
Obrázek č. 37	Návrh skladu materiálu a přípravků	
Obrázek č. 38	Skříňka k jednotlivým strojům	[20]
Obrázek č. 39	Kovová bedna MARS k jednotlivým strojům	[21]

Obrázek č. 40	Skříňky pro osobní věci	[22]
Obrázek č. 41	Návrh jídelního koutu	
Obrázek č. 42	Návrh řešení varianta č. 1	
Obrázek č. 43	Návrh řešení varianta č. 2	
Obrázek č. 44	Návrh řešení varianta č. 3	

SEZNAM TABULEK

Číslo tabulky	Název	Strana
Tabulka č. 1	Pozorovací list stroje č. 1 pro jednostrojovou obsluhu	49
Tabulka č. 2	Skutečná bilance spotřeby času směny	49
Tabulka č. 3	Ukazatele skutečného využití času směny	50
Tabulka č. 4	Pozorovací list stroje č. 2 pro jednostrojovou obsluhu	51
Tabulka č. 5	Skutečná bilance spotřeby času směny	52
Tabulka č. 6	Ukazatele skutečného využití času směny	53
Tabulka č. 7	Údaje z pozorování	55
Tabulka č. 8	Výpočet součinitele zaměstnanosti	56
Tabulka č. 9	Výpočet součinitele zaměstnanosti	57
Tabulka č. 10	počet součinitele zaměstnanosti	57
Tabulka č. 11	Přehled výsledků	58
Tabulka č. 12	Koeficienty jednotkové interference ktA6 při obsluze jedním pracovníkem	59
Tabulka č. 13	Požizovací ceny strojů	60
Tabulka č. 14	Technické specifikace vybraných strojů	61
Tabulka č. 15	Požizovací ceny strojů	61
Tabulka č. 16	Technické specifikace vybraných strojů	62
Tabulka č. 17	Požizovací ceny strojů	63
Tabulka č. 18	Technické specifikace vybraných strojů	63

SEZNAM GRAFŮ

Grafy	Název	Strana
Graf č. 1	Grafické vyjádření skutečné spotřeby času směny pracovního snímku dne stroje č. 1	49
Graf č. 2	Grafické vyjádření skutečné spotřeby času směny pracovního snímku dne stroje č. 2	52

SEZNAM PŘÍLOH

Číslo přílohy	Název
Příloha č. 1	Průvodky výrobní zakázky

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat šumperské společnosti Pars nova a.s. za poskytnutí potřebných informací, výrobních technologií a důležitých materiálů. Jako dalšimu bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Josefu Novákovi, CSc. za vedení a rady při tvorbě diplomové práce a vedoucím technologického oddělení společnosti panu Ing. Radkovi Přikrylovi a panu Bc. Bohumilu Seidlovi.